This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

AGENDA
DU
CHIMISTE
1888

HACHETTE & Cie

Chem 1950.11

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

SCIENCE CENTER LIBRARY

à notre excellent ami Wilson

Hommage de l'auteur

AGENDA

DU

CHIMISTE

ÉDITION DE 1888

Le **Supplément** renferme un résumé très étendu des **Données numériques relatives à la Thermochimie** publiées par M. BERTHELOT, et en outre les **Notices** suivantes :

1° **Jean-Baptiste Boussingault**, par M. G. SALET.

2° **Sur le point de congélation et sur la tension de vapeur des dissolutions au point de vue chimique**, par M. F. RAOULT.

3° **Analyse des quinquinas et du sulfate de quinine**, par M. X. ROCQUES.

4° **Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl**, par M. J. DE BREVANS.

L'édition de 1887 renfermait les Notices suivantes : 1° *Sur la production artificielle des pierres précieuses*, par M. Ch. FRIEDEL, de l'Institut ; 2° *Sur l'isolement du fluor*, par M. H. MOISSAN ; 3° *Sur le calcul de l'analyse des eaux minérales*, par M. E. WILLM ; 4° *Sur une méthode d'analyse qualitative des matières colorantes artificielles*, par M. Éd. WEINGAERTNER.

16521. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

nées
BER-

des

par

DE

JEAN-BAPTISTE BOUSSINGAULT
1802-1887

AGENDA

DU

CHIMISTE

A L'USAGE

DES

Ingénieurs, Physiciens, Chimistes
Fabricants de produits chimiques, Pharmaciens
Essayeurs du commerce, Distillateurs
Agriculteurs, Fabricants de sucre, Teinturiers
Photographes, &c.

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1888

Chem 1950.11

HARVARD COLLEGE LIBRARY
DEGRAND FUND
Oct. 22, 1925

PRÉFACE

— 1877 —

Voici un petit livre qui rendra service aux chimistes. Ils y trouveront un nombre immense de renseignements patiemment extraits d'ouvrages volumineux, de mémoires épars, et condensés ici sous une forme concise dans 408 tableaux. Dans ces tableaux, chaque chiffre est un fait déduit d'expériences exactes, et les faits, on ne saurait assez le répéter, sont la base de la science. En dehors de ce terrain solide, nul guide pour l'expérimentation, nulle sécurité pour la théorie. C'est donc avec un soin tout particulier que les constantes expérimentales, accumulées avec ordre et méthode dans ces pages compactes, ont été triées, réunies, collationnées. Le lecteur y remarquera sans peine la correction et l'abondance des informations, la clarté des descriptions, la simplicité du plan.

L'opuscule est divisé en trois chapitres.

Le premier comprend les documents physiques et mathématiques, tels que la conversion des poids et mesures, la réduction des indications thermométriques, les coefficients de dilatation, les tensions de vapeur, les densités. On y consultera souvent des tables destinées à faciliter la correction des volumes gazeux et à abréger le calcul des densités de vapeur et du poids de l'air. On y trouve encore divers tableaux relatifs aux densités des solides, des liquides et des gaz. Les rapports qui existent entre les densités des solutions et leur richesse en corps dissous sont consignés dans de nombreux tableaux. Enfin, le chapitre se termine par quelques indications relatives aux mélanges réfrigérants, à la chaleur de combustion de quelques corps, aux points de fusion et d'ébullition d'un grand

nombre de substances, aux indices de réfraction, aux pouvoirs rotatoires, etc.

Le chapitre II contient des documents relatifs à la chimie pure; en premier lieu, la liste des corps simples, avec l'indication de leurs symboles, de leurs équivalents, de leurs poids atomiques, de leurs chaleurs spécifiques. On y trouve ensuite des renseignements nombreux et exacts sur l'analyse qualitative, sur l'analyse spectrale, sur l'analyse quantitative, avec des tableaux destinés à abréger le calcul des analyses. Mais le morceau important est un résumé des propriétés physiques d'un très grand nombre de composés minéraux et organiques. Les noms, la composition, la solubilité dans les divers véhicules, les densités, les points de fusion et les points d'ébullition sont indiqués dans un tableau très complet, résumé succinct de la chimie en ce qui concerne les propriétés mesurables des corps. Les dernières tables du chapitre contiennent les chiffres concernant la solubilité des principaux sels et autres corps importants, et les variations de cette solubilité en fonction de la température.

Le chapitre III contient des renseignements relatifs à la chimie appliquée à l'industrie. Ce sont d'abord la description du procédé hydrotimétrique pour l'analyse sommaire des eaux, des indications diverses concernant la préparation des liqueurs titrées, les essais alcalimétriques, les essais des métaux usuels, principalement de l'argent et de l'or, la composition de divers alliages, la chlorométrie, et plus loin l'analyse du lait et de l'urine. Viennent ensuite des documents qui concernent diverses industries, telles que verrerie, céramique, industrie des poudres et matières explosives, des matières grasses, des sucres et fécules, des alcools, vins et vinaigres, des papiers et fibres textiles, des matières colorantes, etc.

Cette analyse rapide fait ressortir tout ensemble la variété et le caractère pratique des documents rassemblés dans ce petit livre, que les auteurs ont intitulé *Agenda du Chimiste*. Il

est bien nommé. Chimistes, physiciens, pharmaciens, essayeurs, métallurgistes, ingénieurs, tous ceux en un mot qui s'occupent de travaux pratiques afférents à la chimie et qui ont à cœur de travailler sérieusement, selon le précepte *Age quod agis*, le consulteront avec fruit. C'est une œuvre collective dont les auteurs ont voulu garder l'anonyme; ils sont déjà connus du public scientifique, et celui qui écrit ces lignes les a vus, depuis des années, d'abord s'exercer et se former, puis prendre leur essor et s'élever autour de lui.

Paris, le 15 mai 1877.

AD. WURTZ.

PRÉFACE

DE L'ÉDITION DE 1878

En présentant au public l'*Agenda du Chimiste* pour 1878, nous devons le remercier de l'accueil bienveillant que l'édition de 1877 a reçu de lui. Notre petit livre a été au bout de peu de temps dans les mains de ceux pour qui il était fait; il a pénétré dans la plupart des laboratoires et des usines en France et à l'étranger, et nous espérons qu'il y a rendu quelques services. Il en rendra davantage d'année en année, grâce aux additions et aux modifications que nous lui ferons subir pour le maintenir au niveau de la science.

C'était au début un cahier manuscrit que les élèves de M. Wurtz consultaient à chaque instant; l'idée nous vint d'en faire un opuscule de format commode et de prix modique; M. HENNINGER voulut bien nous aider à en revoir et à en compléter les principales sections; MM. CH. GIRARD et PABST, qui s'occupaient au même instant d'un *Agenda* plus spécialement technique dont le besoin était signalé par plusieurs sociétés industrielles, entre autres par celle de Mulhouse, mirent

obligeamment en commun leurs matériaux avec les nôtres. Un an après, l'*Agenda* de 1877 parut et au bout de trois mois un nouveau tirage devint nécessaire. Pour répondre à l'empressement du public, nous sentons que notre devoir est de perfectionner constamment notre ouvrage ; nous espérons ne pas y faillir.

Décembre 1877.

G. Salet.

Préface

de l'édition de 1886

Notre publication atteint aujourd'hui sa dixième année. Nous pensons avoir rempli nos promesses et n'avoir rien négligé pour l'améliorer. Notre cadre s'est élargi, les tableaux sont devenus à la fois plus nombreux et plus corrects, les renseignements plus précis, les recherches plus faciles. Enfin, dans la partie annuelle, qui n'existait pas dans les premières éditions, l'on a vu successivement des questions importantes traitées par des savants connus, ou des biographies, souvent signées d'un nom illustre, retraçant la vie et l'œuvre scientifique des maîtres disparus.

Celui sous le patronage duquel cet opuscule s'est présenté pour la première fois n'est plus là pour nous encourager, et le plus jeune d'entre nous, Henninger, ne lui a survécu que quelques mois. Nous sommes donc cruellement privés des conseils de notre maître et de l'activité de notre ami. Nous n'en continuerons pas moins à donner tous nos soins à l'œuvre qu'ils aimaient et que le public a accueillie avec une bienveillance dont nous tenons à le remercier.

G. S.

CALENDRIER

POUR

1888

1888. — JANVIER

D. Q. le 6. — *N. L.* le 13. | *P. Q.* le 21. — *P. L.* le 28.

DIM.	CIRCONCISION.	
Lundi.	s. Clair.	
3 Mardi.	ste Geneviève.	
4 Mercr.	s. Rigobert.	
5 Jeudi.	ste Amélie.	
6 *Vend.*	**Soc. phys.**	
7 Sam.	ste Mélanie.	
8 DIM.	s. Lucien.	
9 Lundi.	s. Adrien.	
10 Mardi.	s. Guillaume.	
11 Mercr.	ste Hortense.	
12 Jeudi.	ste Césarine.	
13 *Vend.*	**Soc. chim.**	
14 Sam.	s. Hilaire, *év.*	
15 DIM.	s. Maur.	
16 Lundi.	s. Marcel.	
17 Mardi.	s. Antoine.	
18 Mercr.	Ch. s. P. à R.	
19 Jeudi.	s. Sulpice.	
20 *Vend.*	**Soc. phys.**	
21 Sam.	ste Agnès.	
22 DIM.	s. Vincent.	
23 Lundi	s. Raymond.	
24 Mardi.	s. Timothée.	
25 Mercr.	Conv. S. Paul.	
26 Jeudi.	s. Polycarpe.	
27 Vend.	**Soc. chim.**	
28 Sam.	s. Charlemag.	
29 DIM.	s. Franç. de S.	
30 Lundi.	ste Martine.	
31 Mardi.	s. PierreNolas.	

FÉVRIER

D. Q. le 4. — *N. L.* le 12. | *P. Q.* le 20. — *P. L.* le 27.

1 Mercr.	s. Ignace.	
2 Jeudi.	PURIFICATION.	
3 *Vend.*	**Soc. phys.**	
4 Sam.	s. Gilbert.	
5 DIM.	ste Agathe.	
6 Lundi.	s. Amand.	
7 Mardi.	s. Romuald.	
8 Mercr.	s. Jean, *m.*	
9 Jeudi.	ste Apolline.	
10 *Vend.*	**Soc. chim.**	
11 Sam.	s. Adolphe.	
12 DIM.	ste Eulalie.	
13 Lundi.	s. Lezin.	
14 Mardi.	MARDI GRAS.	
15 Mercr.	CENDRES.	
16 Jeudi.	ste Julienne.	
17 *Vend.*	**Soc. phys.**	
18 Sam.	s. Siméon.	
19 DIM.	s. Barbat.	
20 Lundi.	s. Eucher.	
21 Mardi.	ste Vitaline.	
22 Mercr.	ste Isabelle.	
23 Jeudi.	ste Milburge.	
24 *Vend.*	**Soc. chim.**	
25 Sam.	s. Césaire.	
26 DIM.	s. Nestor.	
27 Lundi.	ste Honorine.	
28 Mardi.	s. Romain,	
29 Mercr.	s. Théophile.	

MARS

D. Q. le 5. — *N. L.* le 12. | *P. Q.* le 20. — *P. L.* le 27.

1	Jeudi.	s. Aubin.	
2	*Vend.*	**Soc. phys.**	
3	Sam.	ste Cunégonde	
4	DIM.	s. Casimir.	
5	Lundi.	s. Théophile.	
6	Mardi.	ste Colette.	
7	Mercr.	s. Th. d'Aquin.	
8	Jeudi.	s. J. de Dieu.	
9	*Vend.*	**Soc. chim.**	
10	Sam.	ste Dorothée.	
11	DIM.	s. Firmin.	
12	Lundi.	s. Grégoire.	
13	Mardi.	ste Euphrasie.	
14	Mercr.	s. Lubin.	
15	Jeudi.	s. Zacharie.	
16	*Vend.*	**Soc. phys.**	
17	Sam.	s. Patrice.	
18	DIM.	PASSION.	
19	Lundi.	s. Joseph.	
20	Mardi.	s. Joachim.	
21	Mercr.	s. Benoît.	
22	Jeudi.	s. Epaphrodite	
23	*Vend.*	**Soc. chim.**	
24	Sam.	s. Siméon.	
25	DIM.	RAMEAUX.	
26	Lundi.	s. Emmanuel.	
27	Mardi.	s. Rupert.	
28	Mercr.	s. Gontran.	
29	Jeudi.	s. Amogaste	
30	Vend.	VENDR. SAINT.	
31	Sam.	ste Cornélie.	

AVRIL

D. Q. le 3. — *N. L.* le 11. | *P. Q.* le 19. — *P. L.* le 26.

1 DIM.	PAQUES.	
2 Lundi.	s. Fr. de Paule	
3 Mardi.	s. Richard.	
4 Mercr.	s. Ambroise.	
5 Jeudi.	s. Albert.	
6 *Vend.*	**Soc. phys.**	
7 Sam.	s. Clotaire.	
8 DIM.	QUASIMODO.	
9 Lundi.	s. Hugues.	
10 Mardi.	s. Macaire.	
11 Mercr.	s. Léon.	
12 Jeudi.	s. Jules.	
13 *Vend.*	**Soc. chim.**	
14 Sam.	s. Tiburce.	
15 DIM.	s. Isidore.	
16 Lundi.	s. Fructueux.	
17 Mardi.	s. Robert.	
18 Mercr.	s. Parfait.	
19 Jeudi.	s. Léon.	
20 *Vend.*	**Soc. phys.**	
21 Sam.	s. Anselme.	
22 DIM.	s. Théodore.	
23 Lundi.	s. Georges.	
24 Mardi.	s. Léger.	
25 Mercr.	s. Marc, *év.*	
26 Jeudi.	s. Clet.	
27 *Vend.*	s. Anthyme.	
28 Sam.	s. Paul de la C.	
29 DIM.	s. Pierre.	
30 Lundi.	ste Catherine.	

MAI

D. Q. le 2. — *N. L.* le 11. | *P. Q.* le 18. — *P. L.* le 25.

1 Mardi.	ss. Jac. et Phil.	
2 Mercr.	s. Athanase.	
3 Jeudi.	Inv. de la S. C.	
4 *Vend.*	**soc. phys.**	
5 Sam.	s. Pie V.	
6 DIM.	s. Jean P. L.	
7 Lundi.	*Rogations.*	
8 Mardi.	s. Désiré, *év.*	
9 Mercr.	s. Grégoire.	
10 Jeudi.	ASCENSION.	
11 *Vend.*	**soc. chim.**	
12 Sam.	ste Flavie.	
13 DIM.	s. Servais.	
14 Lundi.	s. Pascal.	
15 Mardi.	s. Isidore.	
16 Mercr.	s. Honoré.	
17 Jeudi.	s. Pascal.	
18 *Vend.*	**soc. phys.**	
19 Sam.	s. Yves.	
20 DIM.	PENTECÔTE.	
21 Lundi.	ste Virginie.	
22 Mardi.	ste Julie.	
23 Mercr.	s. Didier.	
24 Jeudi.	ste. Angèle.	
25 *Vend.*	**soc. chim.**	
26 Sam.	s. Phil. de N.	
27 DIM.	TRINITÉ.	
28 Lundi.	s. Germain.	
29 Mardi.	s. Maximin.	
30 Mercr.	s. Félix, *pape.*	
31 Jeudi.	FÊTE-DIEU.	

JUIN

D. Q. le 1. — *N. L.* le 9. | *P. Q.* le 17. — *P. L.* le 23.

1 *Vend.*	**Soc. phys.**	
2 Sam.	s. Marcellin.	
3 DIM.	ste Clotilde.	
4 Lundi.	s. Optat.	
5 Mardi.	s. Florence.	
6 Mercr.	ste Pauline.	
7 Jeudi.	s. Claude.	
8 *Vend.*	**Soc. chim.**	
9 Sam.	ste Pélagie.	
10 DIM.	s. Maurin.	
11 Lundi.	s. Barnabé.	
12 Mardi.	ste Olympe.	
13 Mercr.	s. Ant. de P.	
14 Jeudi.	s. Basile.	
15 *Vend.*	**Soc. phys.**	
16 Sam.	s. J. François.	
17 DIM.	s. Manuel.	
18 Lundi.	ste Marine.	
19 Mardi.	ss. Gerv. et Pr.	
20 Mercr.	s. Sylvère.	
21 Jeudi.	s. Louis de G.	
22 *Vend.*	**Soc. chim.**	
23 Sam.	ste Ethelrède.	
24 DIM.	Nat. s. J.-B.	
25 Lundi.	s. Guillaume.	
26 Mardi.	s. Maxence.	
27 Mercr.	s. Crescent.	
28 Jeudi.	s. Irénée.	
29 Vend.	s. P. et s. P.	
30 Sam.	Com. de s. P	

JUILLET

D. Q. le 1. — *N. L.* le 9. | *P. Q.* le 16. — *P. L.* le 23.
D. Q. le 30.

1 DIM.	ste Éléonore.	
2 Lundi.	Visit. de N.-D.	
3 Mardi.	s. Bertrand.	
4 Mercr.	ste Berthe.	
5 Jeudi.	ste Zoé, *m.*	
6 *Vend.*	**Soc. phys.**	
7 Sam.	s. Procope.	
8 DIM.	ste Virginie.	
9 Lundi.	s. Ephrem.	
10 Mardi.	ste Félicité.	
11 Mercr.	Tr. S. Benoît.	
12 Jeudi.	s. Gualbert.	
13 *Vend.*	**Soc. chim.**	
14 Sam.	FÊTE NAT.	
15 DIM.	s. Henri.	
16 Lundi.	N.-D. du M.-C.	
17 Mardi.	s. Alexis.	
18 Mercr.	s. Frédéric.	
19 Jeudi.	s. Vincent de P.	
20 *Vend.*	**Soc. phys.**	
21 Sam.	s. Victor.	
22 DIM.	ste Madeleine.	
23 Lundi.	s. Apollinaire.	
24 Mardi.	ste Christine.	
25 Mercr.	s. Christophe.	
26 Jeudi.	ste Anne.	
27 *Vend.*	**Soc. chim.**	
28 Sam.	s. Nazaire.	
29 DIM.	ste Marthe.	
30 Lundi	s. Ignace.	
31 Mardi.	s. Germain l'A.	

AOUT

N. L. le 7. — *P. Q.* le 14. | *P. L.* le 21. — *D. Q.* le 29.

1 Mercr.	s. Pierre-ès-L.	
2 Jeudi.	s. Alphonse.	
3 Vend.	Inv. de s. Ét.	
4 Sam.	s. Dominique.	
5 DIM.	N.-D.d.Neiges.	
6 Lundi.	Trans. de N.-S.	
7 Mardi.	s. Gaétan.	
8 Mercr.	s. Cyriaque.	
9 Jeudi.	s. Justin.	
10 Vend.	s. Laurent.	
11 Sam.	ste Suzanne.	
12 DIM.	ste Claire.	
13 Lundi.	s. Hippolyte.	
14 Mardi.	s. Eusèbe.	
15 Mercr.	ASSOMPTION.	
16 Jeudi.	s. Roch.	
17 Vend.	s. Mammès.	
18 Sam.	ste Hélène.	
19 DIM.	s. Louis, *év.*	
20 Lundi.	s. Bernard.	
21 Mardi.	ste Jeanne.	
22 Mercr.	s. Symphor.	
23 Jeudi.	s. Philippe.	
24 Vend.	s. Barthélemy.	
25 Sam.	s. Louis.	
26 DIM.	s. Zéphyrin.	
27 Lundi.	s. Joseph.	
28 Mardi.	s. Augustin.	
29 Mercr.	Déc. de s. J.-B.	
30 Jeudi.	ste Rose.	
31 Vend.	s. Raymond.	

SEPTEMBRE

N. L. le 6. — *P. Q.* le 12. | *P. L.* le 20. — *D. Q.* le 28.

1 Sam.	s. Leu, s. Gil.	
2 DIM.	s. Étienne.	
3 Lundi.	s. Lazare.	
4 Mardi.	ste Rosalie.	
5 Mercr.	s. Laurent.	
6 Jeudi.	ste Reine.	
7 Vend.	s. Cloud.	
8 Sam.	NATIV. DE N.-D.	
9 DIM.	s. Omer.	
10 Lundi.	s. Nicolas.	
11 Mardi.	s. Hyacinthe.	
12 Mercr.	ste Pulchérie.	
13 Jeudi.	s. Aimé.	
14 Vend.	Ex. de la ste C.	
15 Sam.	s. Nicodème.	
16 DIM.	s. Corn. et Cyp.	
17 Lundi.	Stig. de s. Fr.	
18 Mardi.	ste Sophie.	
19 Mercr.	s. Janvier.	
20 Jeudi.	s. Eustache.	
21 Vend.	s. Mathieu.	
22 Sam.	s. Maurice.	
23 DIM.	s. Lin.	
24 Lundi.	N.-D. de Merci.	
25 Mardi.	s. Firmin.	
26 Mercr.	ste Justine.	
27 Jeudi.	ss. Côme et Da.	
28 Vend.	s. Wenceslas.	
29 Sam.	s. Michel.	
30 DIM.	s. Jérôme.	

OCTOBRE

N. L. le 5. — *P. Q.* le 12. | *P. L.* le 19. — *D. Q.* le 26.

1 Lundi.	s. Remi.	
2 Mardi.	sts Anges gar.	
3 Mercr.	s. Denis l'Ar.	
4 Jeudi.	s. Franç. d'As.	
5 Vend.	s. Placide.	
6 Sam.	s. Bruno.	
7 DIM.	s. Serge.	
8 Lundi.	ste Brigitte.	
9 Mardi.	s. Denis.	
10 Mercr.	s. Franç. Borg.	
11 Jeudi.	s. Nicaise.	
12 Vend.	ste Wilfride.	
13 Sam.	s. Édouard.	
14 DIM.	s. Calixte.	
15 Lundi.	ste Thérèse.	
16 Mardi.	s. Léopold.	
17 Mercr.	ste Hedwige.	
18 Jeudi.	s. Luc.	
19 Vend.	s. Pierre d'Alc.	
20 Sam.	s. Jean Cant.	
21 DIM.	ste Ursule.	
22 Lundi.	s. Mellon, *év.*	
23 Mardi.	s. Rédempteur.	
24 Mercr.	s. Raphaël.	
25 Jeudi.	s. Crépin.	
26 Vend.	s. Evariste.	
27 Sam.	s. Frumence.	
28 DIM.	s. Simon.	
29 Lundi.	s. Narcisse.	
30 Mardi.	s. Lucain.	
31 Mercr.	s. Quentin.	

NOVEMBRE

N. L. le 4. — *D. Q.* le 10. | *P. L.* le 18. — *P. Q.* le 26.

1	Jeudi.	TOUSSAINT.	
2	Vend.	*C. des Morts.*	
3	Sam.	s. Marcel.	
4	DIM.	s. Charles B.	
5	Lundi.	ste Bertilde.	
6	Mardi.	s. Léonard.	
7	Mercr.	s. Ernest.	
8	Jeudi.	Les 4 Couron.	
9	*Vend.*	**Soc. chim.**	
10	Sam.	s. Juste.	
11	DIM.	s. Martin, *év.*	
12	Lundi.	s. René.	
13	Mardi.	s. Brice.	
14	Mercr.	s. Vénérand.	
15	Jeudi.	ste Gertrude.	
16	*Vend.*	**Soc. phys.**	
17	Sam.	s. Grégoire.	
18	DIM.	s. Odon.	
19	Lundi.	ste Élisabeth.	
20	Mardi.	s. Edmond.	
21	Mercr.	Pr. de N.-D.	
22	Jeudi.	ste Cécile.	
23	*Vend.*	**Soc. chim.**	
24	Sam.	s. Jean de la C.	
25	DIM.	ste Catherine.	
26	Lundi.	ste Gen des Ar.	
27	Mardi.	s. Maxime.	
28	Mercr.	s. Sosthène.	
29	Jeudi.	s. Saturnin.	
30	Vend.	s. André.	

DÉCEMBRE

N. L. le 3. — *P. Q.* le 10. | *P. L.* le 18. — *D. Q.* le 26.

1 Sam.	s. Éloi.	
2 DIM.	AVENT.	
3 Lundi.	s. François X.	
4 Mardi.	ste Barbe.	
5 Mercr.	s. Sabas.	
6 Jeudi.	s. Nicolas.	
7 *Vend.*	**Soc. phys.**	
8 Sam.	Conc. de S. V.	
9 DIM.	ste Léocadie.	
10 Lundi.	N.-D. de Lor.	
11 Mardi.	s. Damase.	
12 Mercr.	ste Constance.	
13 Jeudi.	ste Lucie.	
14 *Vend.*	**Soc. chim.**	
15 Sam.	s. Mesmin.	
16 DIM.	ste Adélaïde.	
17 Lundi.	ste Olympe.	
18 Mardi.	s. Gatien.	
19 Mercr.	s. Meuris.	
20 Jeudi.	s. Philogone.	
21 *Vend.*	**Soc. phys.**	
22 Sam.	s. Honorat.	
23 DIM.	ste Victoire.	
24 Lundi.	ste Delphine.	
25 Mardi.	NOËL.	
26 Mercr.	s. Étienne.	
27 Jeudi.	s. Jean.	
28 *Vend.*	**Soc. chim.**	
29 Sam.	s. Tho. de Can.	
30 Dim.	ste Colombe.	
31 Lundi.	s. Sylvestre.	

AGENDA

DU

CHIMISTE

CHAPITRE I.

Documents physiques et mathématiques.

Section I. — Conversion des Mesures.

(1) *Réduction des mesures linéaires anciennes.*

Toise.	Mètre.	Pied.	Mètre.	Pouce.	Mètre.	Ligne.	Millimèt.
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707	1	2,256

10000 mètres	=	5130 toises	4 pieds	5 pouces	3,360 lignes.
1000	=	513	0	5	3,936
100	=	51	1	10	1,6
10	=	5	0	9	4,959
1	=	0	3	0	11,296
0,1	=	0	0	3	8,330
0,01	=	0	0	0	4,433
0,001	=	0	0	0	0,4433

1 toise = 6 pieds. 1 pied = 12 pouces. 1 pouce = 12 lignes.
1 ligne = 12 points.

(On se sert ici des divisions décimales de la ligne.)

(2) *Réduction des mesures linéaires anglaises.*

Yards.	Mètres.	Feet (pieds).	Mètres.	Inches (pouces).	Mètres.
1	0,9144	1	0,3048	1	0,02540
2	1,8288	2	0,6096	2	0,05080
3	2,7431	3	0,9144	3	0,07620
4	3,6575	4	1,2192	4	0,10160
5	4,5719	5	1,5240	5	0,12700
6	5,4863	6	1,8287	6	0,15239
7	6,4007	7	2,1335	7	0,17779
8	7,3150	8	2,4383	8	0,20319
9	8,2294	9	2,7431	9	0,22859
10	9,1438	10	3,0479	10	0,25399
				11	0,27939
				12	0,30479

100 mètres	=	328 feet	1,08 inches,	ou 328,09	feet.
10	=	32	9,71	32,809	
1	=	3	3,37	3,2809	
0,1	=		3,937		
0,01	=		0,394		
0,001	=		0,039		

1 fathom = 2 yards. 1 yard = 3 feet. 1 foot = 12 inches.

(3) *Réduction des anciennes mesures de surface et de capacité.*

Toise carrée.	Mètres carrés.	Toise cube.	Mètres cubes.	Pied carré.	Mètre carré.	Pied cube.	Mètre cube.
1	3,7987	1	7,4039	1	0,1055	1	0,03428

Pouce carré.	Centimèt. carrés.	Pouce cube.	Centimèt. cubes.	Setier.	Hectolit.
1	7,3278	1	19,8365	1	1,560

(4) *Réduction des mesures de capacité anglaises.*

Gallons.	Litres.	Pints.	Litres.	Fluid Ounces.	Centimèt. cubes	Cubic inches.	Centimèt. cubes.
1	4,54346	1	0,56793	1	28,3966	1	16,38618
2	9,08692	2	1,13586	2	56,7932	2	32,77235
3	13,63037	3	1,70380	3	85,1898	3	49,15853
4	18,17383	4	2,27173	4	113,5864	4	65,54470
5	22,71729	5	2,83966	5	141,9830	5	81,93088
6	27,26075	6	3,40759	6	170,3797	6	98,31706
7	31,80421	7	3,97552	7	198,7763	7	114,70323
8	36,34766	8	4,54346	8	227,1729	8	131,08941
9	40,89112	9	5,11139	9	255,5695	9	147,47558
10	45,43458	10	5,67932	10	283,9661	10	163,86176

1 mètre cube = 220,096677 gallons. 1 litre = 1,76077 pints.
1 litre = 61,02705 cubic inches.
1 gallon = 8 pints. 1 pint = 4,65923 cubic inches *ou* 20 fluid ounces.

(5) *Réduction des anciens poids.*

Livre.	Kilogr.	Marc.	Kilogr.	Once.	Gram.	Gros.	Gram.	Grain.	Gram.
1	0,48951	1	0,244753	1	30,59	1	3,82	1	0,053

100 kilogram.	=	204 livres	4 onces	4 gros	59 grains.
10	=	20	6	6	63,5
1	=	2	0	5	35,15
100 grammes	=	0	3	2	11
10	=	0	0	2	44
1	=	0	0	0	19

1 livre = 16 onces. 1 marc = 8 onces. 1 once = 8 gros.
1 gros = 72 grains.

(6) *Réduction des poids anglais.*

Troy Pounds.	Kilogr.	Avd. lbs.	Kilogr.	Troy oz.	Gram.	Grains.	Gram.
1	0,37324	1	0,45359	1	31,10350	1	0,06480
2	0,74648	2	0,90719	2	62,20699	2	0,12960
3	1,11973	3	1,36078	3	93,31049	3	0,19440
4	1,49297	4	1,81437	4	124,41398	4	0,25920
5	1,86621	5	2,26797	5	155,51748	5	0,32400
6	2,23945	6	2.72156	6	186,62098	6	0,38879
7	2,61269	7	3,17515	7	217,72447	7	0,45359
8	2,98594	8	3,62874	8	248,82797	8	0,51839
9	3,35918	9	4,08234	9	279,93146	9	0,58319
10	3.73242	10	4.53593	10	311,03496	10	0,64799

1000 kilogrammes	=	19,6841	cwts (*hundred-weights*), ou 19 cwts 2 quarters 23 lbs.
100	=	1,9684	cwt (*hundred-weights*), ou 1 cwt 3 quarters 24,7 lbs.
10	=	22,04621	avd. lbs. (*avoir du poids pounds*).
1	=	2,20462	avd. lbs. ou 32,150727 troy oz (*ounces*),
100 grammes	=	3,215073	troy oz (*troy ounces*).
10	=	154,32349	grains.
1	=	15,43235	grains.

1 ton = 20 cwts (*quintaux* ou *hundred-weights*) = 1016 kil 05
1 cwt = 112 lbs (*livres* ou *avoir du poids pounds*) = 50 kil 8024
1 lb. = 16 *avoir du poids ounces* = 7000 *grains*.
1 imperial troy pound ou livre troy = 12 *troy oz* ou *onces troy*, c'est-à-dire 96 *drams*, ou 288 *scruples* (Poids médicinaux), ou 5760 *grains*.
1 troy oz se divise aussi en 20 *pennyweights* de chacun 24 *grains*, c'est-à-dire en 480 *grains*.

L'on emploie plus rarement l'*once avoir du poids* qui vaut 28gr,34954.

Le volume de l'once troy d'eau distillée pesée dans l'air avec des poids de cuivre est de 31cc,155 à 62° F et 30 pouces anglais de pression.

(7) *Mesures anciennes allemandes.*

	mm		mm
Pied de Vienne.....	316,103	Pouce du Rhin.....	26,148
— du Rhin.....	313,854	Ligne de Vienne....	2,195
— de Munich.....	291,859	— du Rhin ..	2,179
Pouce de Vienne....	26,340		

(8) *Valeur en grammes des poids médicinaux de divers pays.*

	Livre.	Once.	Drachme ou gros.	Scrupule	Grain.
Angleterre	373,242	31,103	3,888	1,296	0,0648
Autriche.....	420,009	35,070	4,376	1,459	0,0729
Belgique et Hollande.	375,000	31,250	3,906	1,302	0,0651
Danem., Russie, Suisse	357,669	29,805	3,725	1,241	0,0620
Espagne	344,822	28,735	3,592	1,197	0,0599
Piémont	331,961	27,663	3,458	1,153	0.0480
Prusse, Saxe (1).....	350,784	29,238	3,655	1,218	0.061
Suède.....	356,437	29,703	3,714	1,238	0,0619

La livre se divise partout en 12 onces; l'once en 8 gros: le gros en 3 scrupules. Celui-ci vaut en général 20 grains, sauf en Espagne et en Piémont où il en vaut 24.

(1) On emploie aussi le loth, ou demi-once, valant 14 gr. 619.

(9) *Table des circonférences, cercles, carrés, cubes, racines carrées, racines cubiques, de 1 à 100.*

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
1	3,14	0,79	1	1	1,000	1,000
2	6,28	3,14	4	8	1,414	1,259
3	9,42	7,07	9	27	1,732	1,442
4	12,57	12,57	16	64	2,000	1,587
5	15,71	19,63	25	125	2,336	1,709
6	18,85	28,27	36	216	2,449	1,817
7	21,99	38,48	49	343	2,635	1,912
8	25,13	50,27	64	512	2,828	2,000
9	28,27	63,62	81	729	3,000	2,080
10	31,42	78,54	100	1000	3,162	2,154
11	34,56	95,03	121	1331	3,316	2,223
12	37,70	113,10	144	1728	3,464	2,289
13	40,84	132,73	169	2179	3,605	2,351
14	43,98	153,94	196	2744	3,741	2,410
15	47,12	176,71	225	3375	3,872	2,466
16	50,27	201,06	256	4096	4,000	2,519
17	53,41	226,98	289	4913	4,123	2,571
18	56,55	254,47	324	5832	4,242	2,620
19	59,69	283,53	361	6859	4,358	2,668
20	62,83	314,16	400	8000	4,472	2,714
21	65,97	346,36	441	9261	4,582	2,758
22	69,11	380,13	484	10648	4,690	2,802
23	72,26	415,48	529	12167	4,795	2,843
24	75,40	452,39	576	13824	4,898	2,884
25	78,54	490,87	625	15625	5,000	2,924
26	81,68	530,93	676	17576	5,099	2,962
27	84,82	572,56	729	19683	5,196	3,000
28	87,96	615,75	784	21952	5,291	3,036
29	91,11	660,52	841	24389	5,381	3,072
30	94,25	706,86	900	27000	5,477	3,107
31	97,39	754,77	961	29791	5,567	3,141
32	100,53	804,25	1024	32768	5,656	3,174
33	103,67	855,30	1089	35937	5,744	3,207
34	106,81	907,92	1156	39304	5,830	3,239
35	109,96	962,11	1225	42875	5,916	3,271

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
36	113,10	1017,88	1296	46656	6,000	3,301
37	116,24	1075,21	1369	50653	6,082	3,332
38	119,38	1134,11	1444	54872	6,164	3,361
39	122,52	1194,59	1521	59319	6,244	3,391
40	125,66	1256,64	1600	64000	6,324	3,419
41	128,80	1320,25	1681	68921	6,403	3,448
42	131,95	1385,44	1764	74088	6,480	3,476
43	135,09	1452,20	1849	79507	6,557	3,503
44	138,23	1520,53	1936	85184	6,633	3,530
45	141,37	1590,43	2025	91125	6,708	3,556
46	144,51	1661,90	2116	97336	6,782	3,583
47	147,65	1734,94	2209	103823	6,855	3,608
48	150,80	1809,56	2304	110592	6,928	3,634
49	153,94	1885,74	2401	117649	7,000	3,659
50	157,08	1963,49	2500	125000	7,071	3,684
51	160,22	2042,82	2601	132651	7,141	3,708
52	163,36	2123,72	2704	140608	7,211	3,732
53	166,50	2206,18	2809	148877	7,280	3,756
54	169,65	2290,21	2916	157464	7,348	3,779
55	172,79	2375,83	3025	166375	7,416	3,802
56	175,93	2463,01	3136	175616	7,483	3,825
57	179,07	2551,76	3249	185193	7,549	3,848
58	182,21	2642,08	3364	195112	7,615	3,870
59	185,35	2733,97	3481	205379	7,681	3,892
60	188,50	2827,43	3600	216000	7,745	3,914
61	191,64	2922,47	3721	226981	7,810	3,936
62	194,78	3019,07	3844	238328	7,874	3,957
63	197,92	3117,24	3969	250047	7,937	3,979
64	201,06	3216,99	4096	262144	8,000	4,000
65	204,20	3318,31	4225	274625	8,062	4,020
66	207,34	3421,19	4356	287496	8,124	4,041
67	210,49	3525,65	4489	300763	8,185	4,061
68	213,63	3631,68	4624	314432	8,246	4,081
69	216,77	3739,28	4761	328509	8,306	4,101
70	219,91	3848,45	4900	343000	8,366	4,121
71	233,05	3959,19	5041	357911	8,426	4,140
72	226,19	4071,50	5184	373248	8,485	4,160
73	229,34	4185,39	5329	389017	8,544	4,179
74	232,48	4300,84	5476	405224	8,602	4,198
75	235,62	4417,86	5625	421875	8,660	4,217

n.	Circonférence de diamètre n πn.	Surface du cercle de diamètre n $\frac{\pi n^2}{4}$.	Carré n^2.	Cube n^3.	Racine carrée. $\sqrt{n}$.	Racine cubique. $\sqrt[3]{n}$.
76	238,76	4536,46	5776	438976	8,717	4,235
77	241,90	4656,62	5929	456533	8,774	4,254
78	245,04	4778,36	6084	474552	8,831	4,272
79	248,19	4901,67	6241	493039	8,888	4,290
80	251,33	5026,55	6400	512000	8,944	4,308
81	254,47	5153,00	6561	531441	9,000	4,326
82	257,61	5281,02	6724	551368	9,055	4,344
83	260,75	5410,61	6889	571787	9,110	4,362
84	263,89	5541,77	7056	592704	9,165	4,379
85	267,03	5674,50	7225	614125	9,219	4,396
86	270,18	5808,80	7396	636056	9,273	4,414
87	273,32	5944,68	7569	656503	9,327	4,431
88	276,46	6082,12	7744	681472	9,386	4,447
89	279,60	6221,14	7921	704969	9,433	4,464
90	282,74	6361,72	8100	729000	9,486	4,481
91	235,88	6503,88	8281	753571	9,539	4,497
92	289,03	6647,61	8464	778688	9,591	4,514
93	292,17	6792,91	8649	804357	9,643	4,530
94	295,31	6939,78	8836	830584	9,695	4,546
95	298,45	7088,22	9025	857375	9,746	4,562
96	301,59	7238,23	9216	884736	9,797	4,578
97	304,73	7389,81	9409	912673	9,848	4,594
98	307,88	7542,96	9604	941192	9,899	4,610
99	311,02	7697,69	9801	970229	9,949	4,626
100	314,16	7853,98	10000	1000000	10,000	4,642

Volume du prisme et du cylindre de base B et de hauteur h; Bh.

— de la pyramide et du cône; 1/3 Bh.

— du tronc de pyramide dont les bases parallèles sont B et B'; $1/3\, h(B + B' + \sqrt{BB'})$.

Volume du tronc de cône dont les rayons des bases sont r et r'; $1/3\, h\pi\, (r^2 + r'^2 + rr')$.

Volume de la sphère du rayon $r = 1/2\, d$; $4/3\, \pi r^3 = 1/6\, \pi d^3$.

— du segment de sphère, dont les rayons des bases parallèles sont r et r'; $\frac{1}{2}\pi\,(r^2 + r'^2)\, h + \frac{1}{6}\, \pi h^3$.

Section II. — Thermométrie.

(10) *Réduction des degrés du thermomètre de Fahrenheit.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
— 40	— 40,00	— 4	— 20,00	33	0,56	70	21,11
— 39	— 39,44	— 3	— 19,44	34	1,11	71	21,67
— 38	— 38,89	— 2	— 18,89	35	1,67	72	22,22
— 37	— 38,33	— 1	— 18,33	36	2,22	73	22,78
— 36	— 37,78	0	— 17,78	37	2,78	74	23,33
— 35	— 37,22	1	— 17,22	38	3,33	75	23,89
— 34	— 36,67	2	— 16,67	39	3,89	76	24,44
— 33	— 36,11	3	— 16,11	40	4,44	77	25,00
— 32	— 35,56	4	— 15,56	41	5,00	78	25,56
— 31	— 35,00	5	— 15,00	42	5,56	79	26,11
— 30	— 34,44	6	— 14,44	43	6,11	80	26,67
— 29	— 33,89	7	— 13,89	44	6,67	81	27,22
— 28	— 33,33	8	— 13,33	45	7,22	82	27,78
— 27	— 32,78	9	— 12,78	46	7,78	83	28,33
— 26	— 32,22	10	— 12,22	47	8,33	84	28,89
— 25	— 31,67	11	— 11,67	48	8,89	85	29,44
— 24	— 31,11	12	— 11,11	49	9,44	86	30,00
— 23	— 30,56	13	— 10,56	50	10,00	87	30,56
— 22	— 30,00	14	— 10,00	51	10,56	88	31,11
— 21	— 29,44	15	— 9,44	52	11,11	89	31,67
— 20	— 28,89	16	— 8,89	53	11,67	90	32,22
— 19	— 28,33	17	— 8,33	54	12,22	91	32,78
— 18	— 27,78	18	— 7,78	55	12,78	92	33,33
— 17	— 27,22	19	— 7,22	56	13,33	93	33,89
— 16	— 26,67	20	— 6,67	57	13,89	94	34,44
— 15	— 26,11	21	— 6,11	58	14,44	95	35,00
— 14	— 25,56	22	— 5,56	59	15,00	96	35,56
— 13	— 25,00	23	— 5,00	60	15,56	97	36,11
— 12	— 24,44	24	— 4,44	61	16,11	98	36,67
— 11	— 23,89	25	— 3,89	62	16,67	99	37,22
— 10	— 23,33	26	— 3,33	63	17,22	100	37,78
— 9	— 22,78	27	— 2,78	64	17,78	101	38,34
— 8	— 22,22	28	— 2,22	65	18,33	102	38,89
— 7	— 21,67	29	— 1,67	66	18,89	103	39,45
— 6	— 21,11	30	— 1,11	67	19,44	104	40,00
— 5	— 20,56	31	— 0,56	68	20,00	105	40,56
		32	— 0,00	69	20,56	106	41,12

Pour les températures supérieures à 100° Fahr., on décomposera le nombre de degrés Fahr. en un nombre entier de centaines et en un reste. On ajoutera au chiffre des degrés centigrades correspondant à ce reste et pris dans la table **10**, le nombre des degrés centigrades correspondant aux centaines entières et que l'on trouvera dans la table **11**.

Exemple : 674° Fahr. = 600 + 74

Le 74e degré Fahr. correspond à... 23°,33 centigr. (Table **10**.)
600 degrés Fahr. valent ..... 333 ,33 centigr. (Table **11**.)

Le 674e degré Fahr. correspond donc à 356°,66 centigr.

(11) *Valeurs en degrés centigrades d'une différence de* 100, 200, etc.... *degrés Fahr.*

Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.	Fahr.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
100	55,56	1000	555,56	1900	1055,56	2800	1555,56
200	111,11	1100	611,11	2000	1111,11	2900	1611,11
300	166,67	1200	666,67	2100	1166,67	3000	1666,67
400	222,22	1300	722,22	2200	1222,22	3100	1722,22
500	277,78	1400	777,78	2300	1277,78	3200	1777,78
600	333,33	1500	833,33	2400	1333,33	3300	1833,33
700	388,89	1600	888,89	2500	1388,89	3400	1888,89
800	444,44	1700	944,44	2600	1444,44	3500	1944,44
900	500,00	1800	1000,00	2700	1500,00	3600	2000,00

1° Fahr. = 0°,55556 centigr. 1° centigr. = 1°,800 Fahr.
5° centigr. = 9° Fahr.

Le 32e degré Fahr. correspond à 0° centigr. Le 212e à + 100° centigr.
Le degré 0 Fahr. correspond à — 17,78 centigr.

(12) *Réduction des degrés du thermomètre de Réaumur.*

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
°	°	°	°	°	°	°	°
1	1,25	6	7,50	11	13,75	16	20,00
2	2,50	7	8,75	12	15,00	17	21,25
3	3,75	8	10,00	13	16,25	18	22,50
4	5,00	9	11,25	14	17,50	19	23,75
5	6,25	10	12,50	15	18,75	20	25,00

Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.	Réaumur.	Centigr.
0	0	0	0	0	0	0	0
21	26,25	36	45,00	51	63,75	66	82,50
22	27,50	37	46,25	52	65,00	67	83,75
23	28,75	38	47,50	53	66,25	68	85,00
24	30,00	39	48,75	54	67,50	69	86,25
25	31,25	40	50,00	55	68,75	70	87,50
26	32,50	41	51,25	56	70,00	71	88,75
27	33,75	42	52,50	57	71,25	72	90,00
28	35,00	43	53,75	58	72,50	73	91,25
29	36,25	44	55,00	59	73,75	74	92,50
30	37,50	45	56,25	60	75,00	75	93,75
31	38,75	46	57,50	61	76,25	76	95,00
32	40,00	47	58,75	62	77,50	77	96,25
33	41,25	48	60,00	63	78,75	78	97,50
34	42,50	49	61,25	64	80,00	79	98,75
35	43,75	50	62,50	65	81,25	80	100,00

1° Réaum. = 1,250 cent. 1° cent. = 0°,8 Réaum. 5° cent. = 4° Réaum.
0° Réaum. correspond à 0° cent.
80° Réaum. — à 100° cent.

(13) ***Réduction des températures marquées par un thermomètre à mercure à celles qu'indiquerait un thermomètre à air.***

T = degrés lus sur un thermomètre à mercure A construit en verre ou en cristal.
t = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *cristal*.
t' = degrés correspondants du thermomètre à air, dans le cas où A est en *verre*.

T	*t*	*t'*	T	*t*	*t'*
0	0	0	0	0	0
100	100	100	230	227,91	230,15
110	109,95	110,02	240	237,55	240,10
120	119,88	120,05	250	247,13	249,95
130	129,80	130,09	260	256,71	259,80
140	139,73	140,15	270	266,27	269,63
150	149,60	150,20	280	275,77	279,49
160	159,49	160,26	290	285,20	289,22
170	169,36	170,32	300	294,61	298,95
180	179,21	180,37	310	303,99	308,60
190	189,01	190,37	320	313,29	318,26
200	198,78	200,30	330	322,51	327,74
210	208,51	210,25	340	331,61	337,17
220	218,23	220,20	350	340,62	346,35

(14) *Correction des thermomètres.*

Soit T la température indiquée par le thermomètre ; N le nombre des degrés exprimant la longueur de la colonne mercurielle faisant saillie hors de l'appareil ; t la température de la colonne prise au point $T - \frac{1}{2}N$; il faut ajouter à T le nombre de degrés suivants.

N	$T-t=20^0$	50^0	80^0	100^0	120^0
20	0,06	0,15	0,25	0,34	0,37
40	0,12	0,31	0,50	0,62	0,74
60	0,18	0,46	0,74	0,92	1,11
80	0,25	0,62	0,99	1,23	1,48
100	0,31	0,77	1,23	1,54	1,85
120	0,37	0,92	1,48	1,85	2,26
140	0,43	1,08	1,72	2,16	2,59
160	0,49	1,23	1,97	2,46	2,96
180	0,56	1,39	2,22	2,77	3,33
200	0,62	1,54	2,46	3,08	3,70

Section III. — Dilatation.

(15) *Coefficients de dilatation linéaire de quelques solides entre 0^0 et 100^0.*

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Acier fondu recuit	1113	Bismuth crist. moy	1374
— — — anglais	1110	Bois de sapin en long	037
— trempé	1362	— — en travers.	58
Alliage, Pb 2, Sn 1	2505	— divers en long	04 à 06
— Pb 7, Sn 1	2806	— — en travers	32 à 61
— Miroirs télesc.	1933	Bronze Cu 16, Sn 1	1908
— Caract. imprim.	2035	— Cu 86,3; Sn 9,7; Zn 4.	1802
— Au 645, Ag 355.	1638	— Cu 8, Sn 1	1817
— Au 879, Ag 121.	1433	Cadmium	3130
— Au 666, Cu 334.	1552	Caoutchouc durci	80
— Ag 716, Cu 284.	1904	Charbon de sapin	1000
Aluminium fondu	2336	— de chêne	1200
Anthracite	1996	— de cornues	0551
Antimoine crist. moy	1158	— Houille Charleroi.	2811
Argent fondu	1936	Diamant	0132

Corps.	Coeffic.	Corps.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Chlorure d'argent fondu	3294	Nickel réduit et comprimé	1286
Cristal en tubes	0757	Or fondu	1451
Ciment romain	1435	Palladium forgé recuit.	1189
Cuivre jaune (laiton)	1879	Phosphore	1425
— — Cu 2, Zn 1	2058	Pierre à bâtir, Saint-Leu	0649
— — Cu 3, Zn 1	2144	— — Vernon-s-Seine	0430
Cuivre rouge des arts	1698	— — calcaire blanc.	0251
Étain	2296	Platine fondu	0916
Fer doux forgé	1220	— iridié à 8 %	0890
— en fil	1440	Plomb fondu	2948
Fonte grise	1075	Sel gemme (0 — 80°)	4039
Glace de — 27 à — 1°	5181	Sélénium fondu	3792
Granit	0868	Soufre	6748
Glace de Saint-Gobain	0793	Spath fluor (0 — 80°)	1911
Iridium fondu	0693	Terre cuite	0457
Magnésium fondu	2762	Zinc	2976
Marbre de Carare	0849	— martelé	3108
Marbre noir	0445		

(16) *Coefficient de dilatation cubique du mercure*, de 0° à 100°.

Absolu, 1/5550 = 0,000180180.
Apparent dans le verre, 1/6480 = 0,0001544.

(17) *Coefficient de dilatation cubique du verre*, de 0° à 100°.

Verre	Coeffic.	Verre.	Coeffic.
	0,0000		0,0000
Blanc de soude	2584	Verre ordinaire	2761
— de potasse	2285	Sable 3, plomb 2, alcali 1	2187
— potasse et soude	2547	Cristal ordinaire	2101
vert, tubes	2299	— Saint-Gobain	2673
dur à la potasse	2091	Flint anglais	2435
peu fusible français	2142	— français	2616

(18) *Coefficient de dilatation cubique du verre* (REGNAULT).

Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.	Intervalle de tempér.	Cristal de Choisy-le-R.	Verre ordinaire.
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
0° à 50°	227	2687	0° à 200°	231	2908
100	228	2761	250	232	2982
150	230	2835	300	233	3056

(19) *Détermination de la dilatation des liquides.*

On détermine le poids d'un thermomètre calibré vide (π), plein de mercure à zéro jusqu'à la division a près du réservoir ($\pi + P$), plein de mercure à zéro jusqu'à la division b, au haut de la tige ($\pi + P + p$). Soit $n = b - a$ et $D =$ la densité du mercure à zéro. On a $\frac{P}{D} =$ volume du réservoir jusqu'à a à zéro, $\frac{p}{nD} =$ volume d'une division à zéro ; il est donc facile de connaître le volume à zéro d'une portion quelconque de l'instrument. Une certaine quantité de mercure occupant à zéro le volume v, occupe à t^0 un volume calculé $v(1 + Kt)$; il atteint alors la division x, qui à zéro correspond au volume v'. On a $v(1 + Kt) = v'(1 + \delta_t)$, δ_t étant la dilatation du verre de l'instrument de zéro à t^0: on connaît donc δ_t. Répétant l'expérience avec le liquide à zéro et à t^0, on a $V'(1 + \delta_t) = V(1 + X_t)$, X_t étant la dilatation du liquide de zéro à t^0.

(20) *Coefficients de dilatation de quelques liquides.*

P : Isidore Pierre. Formule : $V = 1 + at + bt^2 + ct^3$. K : H. Kopp.

	a 0,00	b 0,00000	c 0,0000000	
Acétone	+13481	+ 26090	+ 105683	K
Acide azotique D : 1,40	11	»	»	
— chlorhydrique D : 1,24	06	»	»	
— sulfurique D : 1,85	06	»	»	
— formique	09927	062514	05965	K
— acétique	1057	01832	09644	K
— propionique	11003	02182	0698	K
— butyrique	10461	+ 05624	0542	K
— valérique	10476	— 0240	08247	K
— acétique anhydre	1053	+ 18389	007917	K
Alcool méthylique	1134	13635	08741	K
— éthylique	10414	+ 07836	1762	K
— amylique	09724	— 08565	2022	K
— benzylique	07873	+ 0513	02725	K
Aldéhyde	15464	69745	»	K
Aniline	08173	09191	00628	K
Benzine	11763	+ 12776	08065	K
Brome	10382	— 11714	0545	P
Bromure (tri) de phosphore	08472	+ 04367	02523	P
— (bi) d'éthylène (1)	09527	13165	+ 01067	P
Chloroforme	1107	+ 46647	— 174432	P
Chlorure (per) de carbone	11838	— 08988	+ 13513	P
— (bi) —	10026	— 03728	15934	P
— (per) d'étain	11328	+ 09117	07579	P

(1) $t =$ la température centigrade — 20°.

	a 0,00	b 0,00000	c 0,0000000	
Chlorure (bi) d'éthylène....	11189	+ 104686	10341	P
— (bi) d'éthylidène..	12907	— 04183	2134	P
— (tri) de phosphore.	11286	+ 08729	0,000017923	P
Essence de térébenthine.....	07	»	»	
Éther.....	14803	+ 35032	+ 27	K
Éther amylchlorhydrique ...	11715	— 05008	+ 13537	P
— éthyl-acétique.....	12738	+ 21914	11797	K
— — benzoïque.....	093094	— 006343	050	K
— — bromhydrique..	13376	+ 15014	169	P
— — carbonique	11711	0526	0985	K
— — iodhydrique ...	114225	19638	0621	P
— — oxalique.....	10688	08417	0473	K
— méthyl-iodhydrique...	119959	216332	1005	P
Huile d'olive.....	00798	— 07726	08274	
Naphthaline (1).....	0747	18095	»	K
Nitrobenzine	08263	05225	+ 01378	K
Pétroles (moyenne).....	07 à 1	»	»	
Phénol.....	06744	1721	— 05041	K
Solut. saturée de sel marin..	05	»	»	
Sulfure de carbone.....	11398	137065	+ 19122	P

Pour la dilatation de l'eau, voyez (**56**).

(**21**) *Coefficient de dilatation de quelques gaz entre* 0° *et* 100°.

Gaz.	Volume constant.	Pression constante.	Gaz.	Volume constant.	Pression constante.
Air atmosphérique.	0,3665	0,3670	Acide carbonique.	0,3688	0,3710
Hydrogène	0,3667	0,3664	Protoxyde d'azote.	0,3676	0,3719
Azote.....	0,3668	0,3670	Acide sulfureux...	0,3845	0,3903
Oxyde de carbone..	0,3667	0,3669	Cyanogène	0,3829	0,3877

Section IV. — Barométrie.

Réduction des hauteurs barométriques à zéro.

(**22**) FORMULE EXACTE.

$$h = H \frac{5550}{5550 + t}(1 + kt)$$

h hauteur réduite.
H hauteur observ. (corrig. de la capillarité **25**)
t Température de l'expérience.
k Coefficient de dilatation linéaire de l'échelle.

(1) t = la température centigrade — 79°,2.

(23) SOLUTION APPROCHÉE.

Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur verre pour la réduire à zéro.
(*Correction additive pour les degrés negatifs.*) (BUNSEN)

H : hauteur observée. α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t=1	α=0,120	0,121	0,124	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,127
2	0,240	0,241	0,243	0,245	0,246	0,248	0,250	0,252	0,254
3	0,359	0,362	0,364	0,367	0,370	0,372	0,375	0,377	0,380
4	0,479	0,483	0,486	0,489	0,493	0,496	0,500	0,503	0,506
5	0,599	0,603	0,607	0,612	0,616	0,620	0,625	0,629	0,633
6	0,719	0,724	0,729	0,734	0,739	0,744	0,749	0,755	0,760
7	0,838	0,844	0,850	0,856	0,862	0,868	0,874	0,880	0,886
8	0,958	0,965	0,972	0,979	0,986	0,992	0,999	1,006	1,013
9	1,078	1,086	1,093	1,101	1,109	1,116	1,124	1,132	1,140
10	1,198	1,206	1,215	1,223	1,232	1,240	1,249	1,258	1,266

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t=1	α=0,127	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,133
2	0,255	0,257	0,258	0,260	0,262	0,263	0,265	0,267
3	0,382	0,385	0,388	0,390	0,393	0,395	0,398	0,400
4	0,510	0,513	0,517	0,520	0,524	0,527	0,530	0,534
5	0,637	0,642	0,646	0,650	0,654	0,659	0,663	0,667
6	0,765	0,770	0,775	0,780	0,785	0,790	0,796	0,801
7	0,892	0,898	0,904	0,910	0,916	0,922	0,928	0,934
8	1,020	1,027	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061	1,068
9	1,147	1,155	1,163	1,170	1,178	1,186	1,193	1,201
10	1,275	1,283	1,292	1,300	1,309	1,137	1,326	1,335

(24) *Hauteur à retrancher de la hauteur observée avec un baromètre gradué sur laiton, pour la réduire à zéro.*
(*Correction additive pour les degrés négatifs.*) (DELCROS.)

H : hauteur observée. α : hauteur à retrancher pour *t* degrés.

H =	700	705	710	715	720	725	730	735	740
t=1	α=0,1130	0,1138	0,1146	0,1154	0,1162	0,1170	0,1178	0,1186	0,1194
2	0,226	0,228	0,229	0,231	0,232	0,234	0,236	0,237	0,239
3	0,339	0,341	0,344	0,346	0,349	0,351	0,353	0,356	0,358
4	0,452	0,455	0,458	0,462	0,465	0,468	0,471	0,474	0,478
5	0,565	0,569	0,573	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597
6	0,678	0,683	0,688	0,692	0,697	0,702	0,707	0,712	0,716
7	0,791	0,797	0,802	0,808	0,813	0,819	0,825	0,830	0,836
8	0,904	0,910	0,917	0,923	0,930	0,936	0,942	0,949	0,955
9	1,017	1,024	1,031	1,039	1,046	1,053	1,060	1,067	1,075

H =	745	750	755	760	765	770	775	780
t = 1	α=0,1202	0,1210	0.1218	0,1227	0,1235	0,1243	0,1251	0,1259
2	0,240	0,242	0,244	0,245	0,247	0,249	0,250	0,252
3	0,361	0,363	0,365	0,368	0,370	0,373	0,375	0,378
4	0,481	0,484	0,487	0.491	0,494	0,497	0,500	0,504
5	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	0,629
6	0,721	0,726	0,731	0,736	0,741	0,746	0,751	0,755
7	0,841	0,847	0,853	0,859	0,864	0,870	0,876	0,881
8	0,962	0,968	0,974	0,982	0,988	0,994	1,001	1,007
9	1,082	1,089	1,096	1,104	1,111	1,119	0,126	1,133

Soit pour un baromètre gradué sur verre, H = 759^{mm} à 23^0 : on a dans la colonne 760 :

Pour 20^0..... 2,600
3^0..... 0.390

La somme... . 2,990

retranchée de 759 donne pour H la hauteur réduite 756,01.

(24 a) *Hauteur à retrancher de la colonne de mercure lue dans un tube gradué sur verre pour la réduire à zéro.*

H.	10^0	12^0	14^0	16^0	18^0	20^0	22^0	24^0	26^0
mm									
100	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45
150	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,67
200	0,35	0,42	0,48	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,90
250	0,43	0,52	0,61	0,69	0,78	0,87	0,95	1,04	1,12
300	0,52	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	1,14	1,25	1,35
350	0,61	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,33	1,45	1,57
400	0,69	0,83	0,97	1,11	1,25	1,38	1,52	1,66	1,80
450	0,78	0,93	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02
500	0,87	1,04	1,12	1,30	1,56	1,73	1,90	2,08	2,25
550	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28	2,47
600	1,04	1,25	1,45	1,66	1,87	2,08	2,28	2,49	2,70
650	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,70	2,92
700	1,21	1,45	1,70	1,94	2,18	2,42	2,66	2,91	3,03
750	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,85	3,11	3,37
800	1,38	1,66	1,94	2,21	2,49	2,77	3,05	3,32	3,60
850	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,53	3,82
900	1,56	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	3,43	3,74	4,05
1000	1,64	1,97	2,30	2,63	2,96	3,29	3,62	3,94	4,27

(25) *Hauteur à ajouter à la hauteur barométrique observée pour la corriger de l'action capillaire* (DELCROS).

R = Rayon du tube en millimètres.
F = Flèche ou hauteur du ménisque en millimètres.
α = Correction en millimètres.

R	F=0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
2	α 0,60	0,89	1,16	1,41	1,65	1,86	2,05	2,21	2,35	....	....	....	....	....	....
2,2	0,49	0,72	0,95	1,16	1,36	1,54	1,71	1,83	1,98	2,09	....	....	....	....	....
2,4	0,40	0,60	0,79	0,97	1,14	1,29	1,44	1,57	1,68	1,78	1,87	....	....	....	....
2,6	0,34	0,50	0,66	0,81	0,96	1,09	1,22	1,33	1,44	1,53	1,61	1,68	....	....	....
2,8	0,29	0,43	0,56	0,69	0,82	0,93	1,04	1,14	1,24	1,32	1,39	1,46	1,51	....	....
3	0,24	0,36	0,48	0,59	0,70	0,80	0,90	0,99	1,07	1,14	1,21	1,27	1,32	1,37	....
3,2	0,21	0,31	0,41	0,51	0,60	0,69	0,78	0,86	0,93	1,00	1,06	1,11	1,16	1,20	1,24
3,4	0,18	0,27	0,36	0,44	0,52	0,60	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	1,02	1,06	1,10
3,6	0,16	0,23	0,31	0,38	0,46	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81	0,86	0,90	0,94	0,97
3,8	0,14	0,21	0,27	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86
4	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
4,2	0,11	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,40	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,66	0,68
4,4	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
4,6	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,47	0,50	0,52	0,54
4,8	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49
5	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44
5,2	0,06	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39
5,4	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35
5,6	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32
5,8	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28
6	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25

(26) — *Relation entre la hauteur barométrique et l'altitude.*

Soit h la hauteur du baromètre à une altitude donnée, H celle qu'on observerait au même instant à une station d'une altitude moindre et située à peu de distance de la première; si la température aux deux stations est t et T on a, sans tenir compte de corrections qui interviennent surtout pour l'évaluation des hauteurs de montagnes situées a une latitude éloignée de 45° et en appelant D la différence des altitudes en mètres

$$D = 18336^{m} \log \frac{H}{h}\left(1 + \frac{2\,(t+T)}{1000}\right),$$

d'où, si la station inférieure est au niveau de la mer et si l'on suppose la température invariable, on obtiendra la hauteur réduite au niveau de la mer par la formule

$$\log H = \log h + \frac{D}{18336 \times \left(1 + \frac{4\,t}{1000}\right)}.$$

Aux environs de 760^{mm}, une variation de 1 millimètre dans la pression correspond à une différence de 10^{m},5 dans l'altitude.

Section V. — Tensions de vapeur.

(27) *Tension de la vapeur de mercure* (REGNAULT).

Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.	Degr.	Millim.
0	0,02	170	8,091	290	194,46	410	1864
»	»	180	11,000	300	242,15	420	2178
50	0,113	190	14,84	310	299,69	430	2533
»	»	200	19,90	320	368,73	440	2934
90	0,514	210	26,35	330	450,91	450	3384,35
100	0,746	220	34,70	340	548,35	460	3888
110	1,073	230	45,35	350	663,18	470	4450
120	1,534	240	58,82	360	797,74	480	5062
130	2,175	250	75,75	370	954,65	490	5761
140	3,059	260	96,73	380	1139,65	500	6520,25
150	4,266	270	123,01	390	1346,71	510	7354
160	5,900	280	155,17	400	1587,96	520	8265

(28) *Tension de la vapeur d'eau en millimètres de mercure de 15 à 101° (Broch) et de 101 à 230° (Regnault).*

Temp.	Tension.	Temp.	Tension	Temp.	Tension.	Temp.	Tension.	Atmosph.
— 15	1,44	36	44,1	79	340	100,0	760	1
10	2,15	37	46,7	80	354	100,1	762,7	
5	3,16	38	49,2	81	369	100,2	765,5	
4	3,40	39	52,0	82	385	100,3	768,2	
3	3,67	40	54,9	83	400	100,4	771,0	
2	3,95	41	57,9	84	416	100,5	773,7	
— 1	4,25	42	61,0	85	433	100,6	776,5	
0	4,57	43	64,3	86	450	100,7	779,3	
+ 1	4,91	44	67,7	87	468	100,8	782,1	
2	5,27	45	71,4	88	487	100,9	784,9	
3	5,66	46	75,1	89	506	101	787,7	
4	6,07	47	79,1	90	525			
5	6,51	48	83,2	90,5	535	102	816	
6	6,97	49	87,5	91	546	103	845	
7	7,47	50	92,0	91,5	556	104	875	
8	8,0	51	96,7	92	567	105	906	1,20
9	8,5	52	101,5	92,5	577	106	938	
10	9,1	53	106,7	93	588	108	1004	
11	9,8	54	112,0	93,5	599	110	1075	1,40
12	10,4	55	117,5	94	611	115	1269	1,66
13	11,1	56	123,3	94,5	622	120	1491	1,96
14	11,9	57	129,3	95	634	125	1744	2,30
15	12,7	58	135,6	95,5	645	130	2030	2,67
16	13,5	59	142,1	96	657	135	2354	3,10
17	14,4	60	148,9	96,5	669	140	2718	3,57
18	15,3	61	156,0	97	682	145	3125	4,1
19	16,3	62	163,3	97,5	694	150	3581	4,7
20	17,4	63	170,9	98	707	155	4088	5,3
21	18,5	64	178,9	98,5	720,0	160	4652	6,1
22	19,6	65	187,1	98,6	722,6	165	5274	6,9
23	20,8	66	195,7	98,7	725,3	170	5962	7,8
24	22,1	67	205	98,8	727,9	175	6717	8,8
25	23,5	68	214	98,9	730,5	180	7546	9,9
26	25	69	223	99,0	733,2	185	8644	11,1
27	26,5	70	233	99,1	735,8	190	9443	12,4
28	28,1	71	244	99,2	738,5	195	10520	13,9
29	29,7	72	254	99,3	741,1	200	11689	15,4
30	31,5	73	265	99,4	743,8	205	12956	17,5
31	33,4	74	277	99,5	746,5	210	14325	18,8
32	35,3	75	289	99,6	749,2	215	15801	20,8
33	37,4	76	301	99,7	751,9	220	17390	22,9
34	39,5	77	314	99,8	754,6	225	19097	25,3
35	41,8	78	327	99,9	757,3	230	20926	27,5

Atm...	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	25
Temp..	120,6	133,9	144,0	152,2	159,2	165,3	170,8	180,3	199	213	22[illegible]

(28 a) *Tension de vapeur de divers corps en millimètres de mercure.*

Naphtaline.				Benzophénone.				Soufre.	
215°,8	722,0	217°,2	745,4	303°,7	723,9	305°,1	744,7	390°	272 mm
9	723,7	3	747,1	8	724,8	2	746,2	400	329
216,0	725,3	4	748,8	9	726,3	3	747,8	410	395
1	727,0	5	750,5	304,0	727,8	4	749,4	420	472
2	728,4	6	752,2	1	729,3	5	750,9	430	561
3	730,3	7	753,9	2	730,9	6	752,5	440	663
4	732,0	8	755,3	3	732,4	7	754,0	444	708
5	733,6	9	757,0	4	733,9	8	755,6	445	720
6	735,3	218,0	760,7	5	735,4	9	757,2	446	731
7	737,0	1	762,5	6	737,0	306,0	758,7	447	743
8	738,7	2	764,2	7	738,5	1	760,3	448	755
9	740,3	3	765,9	8	740,1	2	761,9	449	767
217,0	742,0	4	767,3	9	741,6	3	763,5	450	779
217,1	743,7			305	743,4	4	765,1	460	913

(28 b) *Température critique.*

C'est le degré de température auquel le gaz ne peut se liquéfier sous aucune pression; c'est aussi son point d'ébullition absolu.

Gaz ou vapeur.	Temp. crit.	Press. en atm.	Gaz ou vapeur.	Temp. crit.	Press. en atm.
Acétate d'éthyle	239,8	42,6	Chloroforme....	260	54,9
— de méthyle.	229,8	57,6	Chlorure de carb. (per).	277,9	58,1
Acétone.....	232,8	52,2	— d'éthyle.	182,6	52,6
Acétylène	37,05		Eau.....	423	
Acide carbonique	32,0	77,0	Ether.	195,5	40
— chlorhydr..	51,25		Ethylène	92	58
— sulfureux..	155,4	78,9	Formiate d'éthyl.	230,0	48,7
Air.....	— 158	14,5	Hydrogène.....	— 174,2	98,9
Alcool	234,3	64,5	— silicié..	— 0,5	160
Azote..... ...	— 123,8	42,1	Méthane.....	— 75,7	46,8
Benzine.....	291,5	90,5	Oxygène	— 105,4	48,7
Chlore	148		Sulfure de carbone.	273	77,9

(29) *Liquéfaction des gaz.*

M. Cailletet à l'aide d'une pression extrêmement forte transmise par une colonne mercurielle a transformé en liquides le *bioxyde d'azote*, l'*acétylène* et l'*hydrure d'éthyle*. La tension du bioxyde d'azote liquide à — 11° est de 104 atm. Celle de l'acétylène à + 1° de 48 atm., à + 10° de 63 atm., à + 18° de 83 atm., à + 31° de 103 atm., celle de l'hydrure d'éthyle à + 4° de 46 atm. Les autres gaz réputés permanents,

oxygène, oxyde de carbone, gaz des marais, azote, hydrogène, soumis à une pression de 150 à 300 atm. ne se sont pas liquéfiés; mais lorsqu'on a fait cesser subitement la compression, le froid produit par la détente a déterminé la formation d'un brouillard, c'est-à-dire la liquéfaction d'une portion du gaz en gouttelettes.

M. Raoul Pictet, en se servant du froid produit par l'évaporation de l'acide sulfureux liquide dans le vide, a pu condenser l'acide carbonique et le protoxyde d'azote en grandes masses et sans atteindre de pressions excessives; en faisant volatiliser à leur tour ces gaz liquéfiés dans le vide, il a réussi à atteindre une température qu'il a évaluée à — 130° et 140°. Soumis à ce froid, l'*oxygène* produit par la décomposition du chlorate de potasse en vase clos s'est liquéfié sous l'effort de sa propre pression.

L'*éthylène* liquéfié par M. Cailletet bout à — 105°; son ébullition dans le vide permet d'atteindre — 136° du thermomètre à hydrogène, température où l'oxygène se liquéfie en masse sous 22 atmosphères. Il bout à — 184 sous 0,76 pression. L'azote et l'oxyde de carbone liquéfiés de même bouillent à — 194 (Cailletet, Wroblewski).

(30) ***Tension de vapeur de quelques gaz liquéfiés, en centimètres de mercure*** (REGNAULT).

Température.	Acide sulfureux.	Oxyde de méthyle.	Chlorure de méthyle.	Ammoniaque.	Hydrogène sulfuré.	Acide carbonique.	Protoxyde d'azote.	Cyanogène.
— 30	28,7	57,6	58	86	....	....	....	...
— 25	37,4	71,6	72	110	375	1300	1570	...
— 20	48	88	88	140	444	1515	1760	79
— 15	60,8	108	108	174	520	1760	1970	111
— 10	76,3	131	131	215	608	2035	2200	140
— 5	94,7	157	158	262	707	2345	2460	174
0	116,5	188	189	318	821	2700	2740	204
5	142	223	225	383	950	3070	3060	240
10	180	263	267	457	1090	3500	3420	290
15	206,5	308	313	542	1250	3965	3780	335
20	246	359	367	639	1415	4470	4200	380
25	292	415	427	748	1600	5020	4670	...
30	343	478	494	870	1800	5610	5170	...
35	402	.....	570	1007	2020	6245	5730	...
40	467	.....	...	1160	2260	6920	6340	...
45	540	.....	...	1330	2500	7332	....	...
50	622	.....	...	1516	2780	....	....	...
55	742	.....	...	1722	3070	....	....	...
60	812	.....	...	1950	3375	....	....	...
Point d'ébullition sous 76 cent.	—10,08	—23,65	—23,73	—38,5	—61,8	—78,2	—87,9	—20,7

(21) *Tension de vapeur de différents liquides en centimètres de mercure* (REGNAULT).

Température.	Alcool.	Alcool méthylique.	Éther.	Sulfure de carbone.	Essence de térébenthine.	Chloroforme.	Benzine.	Tétrachlorure de carbone.	Chlorure d'éthyle.	Bromure d'éthyle.	Iodure d'éthyle.	Acétone.	Bromure d'éthylène.	Trichlorure de phosphore.	Chlorure de cyanogène.
— 30	.....	0,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	11	3,2	....	.....	.....	.....	6,8
— 20	0,34	0,6	6,9	4,7	.....	.....	0,58	0,98	18,8	5,9	....	.....	0,17	.....	14,8
— 10	0,64	1,35	11,5	7,9	.....	.....	1,3	1,85	30,2	10,1	....	.....	0,25	.....	27,0
0	1,27	2,7	18,4	12,8	0,2	.....	2,5	3,3	46,5	16,5	4,2	.....	0,4	3,8	44,4
10	2,42	5	28,7	19,9	0,3	.....	4,5	5,6	69,1	25,7	6,9	.....	0,65	6,3	68,2
20	4,45	8,9	42,3	29,8	0,45	16	7,6	9,1	99,6	38,7	11	18	1,1	10	100,2
30	7,85	15	63,5	43,5	0,69	24,7	12	14,2	139,9	56,5	16,9	28	1,7	15,5	142,7
40	13,4	24,4	90,7	61,7	1,1	37	18,4	21,5	162	80,2	25,2	42	2,7	23,4	198,8
50	22	38,2	126,5	85,7	1,7	53,5	27,1	31,5	257,9	111,3	36,4	60,3	4,3	34,1	272
60	35	58	172,5	116,4	2,7	75,5	39	44,8	340	151,2	51,2	86	6,6	48,6	366,4
70	54,1	85,7	230,5	155	4,1	104,2	54,7	62,1	440,5	201,5	.....	118,9	9,8	67,4	487,4
80	81,3	124	302,3	203	6,1	140,7	75,2	84,3	561,4	263,9	.....	161,1	14,4	.....	.....
90	118,9	174	390	262	9,1	186,5	101,3	112,2	704,7	339,9	.....	214,2	20,7	.....	.....
100	169,7	240	495	332	13,1	243	134	146,7	872,3	431,2	.....	279,7	29	.....	.....
110	236,8	326	621	416	18,6	311	171,5	188,7	.....	539,4	.....	359,4	40	.....	.....
120	323,2	434	772	515	25,7	393	223,5	239,4	.....	665,8	.....	454,7	54,5	.....	.....
130	423,3	570	.....	630	34,9	488	282,5	299,7	.....	811,6	.....	567	72,6	.....	.....
140	567,5	734	.....	760	46,4	600	352	371	.....	978	.....	697,5	95	.....	.....
150	731,8	937	....	910	60,5	728	433	454,3	.....	.....	.....	.....	123	.....	.....
160	.....	.....	.....	.....	77,5	873	527	551,3	.....	.....	.....	.....	157	.....	.....
170	.....	.....	.....	.....	97,5	.....	634	663,4	.....	.....	.....	.....	198	.....	.....
180	.....	.....	.....	.....	121	.....	.....	792,4	.....	.....	.....	.....	246	.....	.....
190	.....	.....	.....	.....	147	.....	.....	939,9	.....	.....	.....	.....	302	.....	.....
200	.....	.....	.....	.....	177	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	367	.....	.....
210	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	441	.....	.....
Point d'ébullition à 76 centim.	78°,26	66,78	34,97	46,20	159,2	60,16	80,36	76,5	12,5	38,37	72,2	56,3	131,6	73,8	12,66

Section VI. — Détermination des densités.

(32) *Réduction des pesées au vide.*

Soit m le poids apparent du corps dans l'air ;
a le poids du centimètre cube d'air, à la température et pression actuelles (table 40), en tenant compte de son état hygrométrique ; en moyenne $a = 0,0012$;
s la densité du corps pesé ;
d la densité des poids.

En négligeant de très petites corrections, le poids réel du corps dans le vide est $p = m + ma\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{d}\right)$.

Si l'on connaît la densité approchée s, qui peut se déduire d'un premier calcul, et si l'on pèse avec des poids de laiton de densité 8,4, la formule se simplifie et devient $p = m + mk$.

Densité s	k	Densité s	k	Densité. s	k	Densité s	k
	0,00		0,00		0,000		0,0000
0,60	+ 186	0,92	+ 116	1,8	+ 52	10	— 23
0.70	157	0,94	113	1,9	49	11	34
0,72	152	0,96	110	2,0	46	12	43
0,74	148	0,98	108	2,5	34	13	50
0,76	144	1,0	106	3	26	14	57
0,78	140	1,1	095	3,5	20	15	63
0,80	136	1,2	086	4	16	16	68
0,82	132	1,3	078	5	097	17	72
0,84	128	1,4	071	6	057	18	76
0,86	125	1,5	066	7	029	19	80
0,88	122	1,6	061	8	+ 007	20	83
0,90	+ 119	1,7	+ 056	9	— 009	21	86

(33) *Densité des solides.*

Méthode du flacon. — 1° On fait la tare totale du flacon plein d'eau bouillie (ou d'un liquide de densité connue) et du corps dont on cherche la densité.

2° On enlève le corps et on le remplace par les poids p.

3° On plonge le corps dans le flacon, on l'expose dans le vide pour chasser les bulles d'air, on essuie bien, on affleure exactement au trait et on remet le tout sur la balance : il faut maintenant remplacer les poids p par les poids p'.

Soit d la densité de l'eau ou du liquide à la température t^0, a le poids du centimètre cube d'air dans les conditions de l'expérience

(table **40**), la densité du corps est $D = \frac{p}{p'} d_t - \frac{p - p'}{p'} a$. (Ce second terme est souvent négligé.)

La densité d'un liquide à t^0 est connue quand on connaît sa densité à 0^0 et son coefficient de dilatation k : $d_t = \frac{d_0}{1 + kt}$.

On peut aussi, dans le cas de l'eau, ramener le poids p au vide (table **32**), ramener p' à 0^0 ou 15^0 (table **41**), ce qui donne le volume réel v du corps à 0^0 ou 15^0 (son coefficient de dilatation étant le plus souvent négligeable), et alors on a $D = \frac{p}{v}$.

Par la balance hydrostatique. — Les formules sont les mêmes; p reste le poids du corps dans l'air et p' devient la perte de poids dans l'eau ou le liquide employé.

Par le voluménomètre. — Soit V le volume du récipient, v celui de la boule, H la pression barométrique, h la diminution de pression quand on augmente la capacité V de celle v en faisant écouler du mercure. Le volume x du corps est $V - v \frac{H - h}{h}$ et sa densité $\frac{P}{x}$.

Si on opère par compression, h devient la pression additionnelle et on a $x = V - v \frac{H}{h}$.

Dans ce dernier cas, on peut aussi opérer en faisant une expérience à blanc, le récipient étant vide. Soit h' la nouvelle pression additionnelle, nécessairement plus faible que h : $x = V - \frac{Vh'}{h}$.

Le voluménomètre ne s'applique pas aux corps poreux qui ont la propriété de condenser les gaz (par exemple, le charbon); on s'en aperçoit lorsque les expériences par compression et par diminution de pression conduisent à des chiffres différents, ou que la pression ne reste pas constante après quelques minutes.

(**34**) *Densité des liquides.*

Méthode du flacon. — Soit p le poids du flacon vide et bien sec; on remplit celui-ci d'eau à la température de 0^0; on le pèse (avec des poids de laiton), et de la différence avec la première pesée, qui est le poids apparent de l'eau, on calcule à l'aide de la table **32** le poids réel de l'eau à 0^0 contenue dans le flacon; ce nombre de grammes multiplié par 0,999871 donne la capacité réelle du flacon à 0^0 en cent. cubes. Il est facile d'en déduire la capacité du flacon à la température t^0, connaissant le coefficient de dilatation cubique du verre = 0,000025 ou du cristal = 0,000023 (**17**). La table **41** dispense d'une partie de ces calculs; il suffit de multiplier la différence entre les poids du flacon plein d'eau et vide par le facteur R ou R' pour avoir la capacité du flacon, en admettant pour le vase en verre le coefficient de dilatation cubique 0,000025.

On remplit alors le flacon du liquide en expérience à t^0. Soit p' le poids observé; $p'-p$ est le poids apparent du liquide. En divisant ce nombre par le volume du flacon, on calcule la densité approchée, qui sert à ramener la valeur $p'-p$ au vide (table **32**), et ce poids corrigé, divisé par le volume du flacon à la température de l'observation, donne la densité vraie.

Méthode du flotteur. — On pèse le flotteur dans l'air, puis dans l'eau. Soit m le poids apparent du flotteur dans l'air, u la perte de poids apparente dans l'eau; on calculera le volume réel du flotteur exactement comme on calcule la capacité du flacon, en prenant u, perte de poids dans l'eau à t^0, à la place du poids apparent de l'eau contenue dans le flacon; on notera une fois pour toutes le poids, dans le vide, du flotteur, soit p, et son volume v à 0^0, ce qui permet de connaître son volume à t^0.

Soit alors p' son poids dans un liquide quelconque, la densité de ce liquide sera $\frac{p-p'}{v}$, à la température de l'observation.

Il y a avantage à avoir, comme dans la balance Mohr-Westphal ou Dalican, des flotteurs dont la boule renferme un réservoir thermométrique et d'un volume de 10 ou 100 cc. à 15^0, avec des cavaliers dont le poids est en rapport décimal avec le poids d'eau déplacé par le flotteur.

(35) *Densités des vapeurs par la méthode de Gay-Lussac.*

1° On pèse dans une ampoule ou un très petit flacon quelques décigrammes de matière (P^gr).

2° On chauffe le bain d'huile jusqu'à T^0 en agitant constamment, et on lit à cette température le volume V de la vapeur dans l'éprouvette graduée.

3° On mesure la hauteur de la colonne de mercure h depuis le niveau extérieur dans la marmite jusqu'au sommet du ménisque dans l'éprouvette,

4° On lit la hauteur du baromètre, on la réduit à zéro et on en retranche la tension de la vapeur de mercure à T^0: on a ainsi la hauteur H. (Voir table **30**.)

K = coefficient de dilatation cubique du verre. (Voir tables **18** et **42**.)

$$A = \frac{V(1+KT)\,0{,}0012932\left[H - h\frac{5550}{5550+T}\right]}{(1+0{,}00367.T)\,760} = \text{poids d'un volume}$$

d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul les tables **43** et **45**.)

$D = \frac{P}{A}$ = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

$$\log 760 = 2{,}8808136$$
$$\log 0{,}001293187 = \bar{3}{,}1116613$$

(36) *Densités des vapeurs par la méthode d'Hofmann.*

Même formule que pour la méthode de Gay-Lussac. On réduit la hauteur h à zéro, en supposant que le mercure possède la température de la vapeur T dans la partie située dans le manchon, et la température de la cuve t dans la partie qui est en dehors.

(37) *Densités des vapeurs par la méthode Dumas.*

1° On tare le ballon plein d'air sec à la température t^0 et à la pression (réduite à zéro) H.

2° On introduit le liquide dans le ballon, on le chauffe et on le ferme à T^0 (degrés du thermomètre à air, table 13), en fondant le col le plus près possible de la surface de l'huile. On l'essuie tiède et on pèse froid. On détermine ainsi l'excès de poids du ballon plein de vapeur sur celui du ballon plein d'air, c'est-à-dire P^{er} à la pression (réduite à zéro) H'.

3° On remplit le ballon de mercure et l'on mesure ce mercure dans une éprouvette graduée supposée jaugée à zéro ; on a ainsi le volume du ballon à zéro. V cent. cubes.

Soit K = coefficient de dilatation cubique du verre (18 et 42).

$$p = \frac{V\,(1+Kt)\,0{,}0012932.H}{(1+0{,}00367.t)760}$$ = poids de l'air sec contenu dans le ballon. (Voyez pour le calcul 43 et 45.)

$B = p + P$ = poids de la vapeur seule (si P est négatif, il se retranche).

$$A = \frac{V\,(1+KT)\,0{,}0012932.H'}{(1+0{,}00367.T)\,760}$$ = poids d'un volume d'air égal à celui de la vapeur dans les mêmes circonstances. (Voyez pour le calcul 43 et 45.)

$$D = \frac{B}{A}$$ = densité, ou poids spécifique par rapport à l'air.

Si l'on a constaté l'existence d'une bulle d'air occupant V cent cubes à t'' et à la pression H'', son poids sera donné par la formule

$$\pi = \frac{V.0{,}0012932.H''}{(1+0{,}00367.t'')\,760}$$, et la densité deviendra $D = \frac{B-\pi}{A-\pi}$.

(Voyez 35, les log 760, 0,0012932.)

(38) *Méthode de V. et C. Meyer.*

Si l'air déplacé est mesuré sur l'eau, en égalisant les niveaux, on a la formule

$$D = \frac{P.760\,(1 + 0{,}003665.\,t)}{(H - h)\,V.\,0{,}001293},$$

dans laquelle P est le poids de la substance, t la température ambiante, H la pression barométrique, h la tension de la vapeur d'eau à t^0 et V le volume d'air mesuré.

Nota. — *Densités théoriques des vapeurs.* — Soit d la densité par rapport à l'air, $d \times 14{,}44$ sera la densité par rapport à l'hydrogène et $d \times 28{,}88$ le poids moléculaire, la molécule occupant le même espace que 2 atomes d'hydrogène.

On peut calculer directement les densités des vapeurs par rapport à l'hydrogène, en substituant dans la formule de A des tables **35** et **37**, au poids du cent. cube d'air, celui de l'hydrogène 0,0000896 (log 5,9522014), et au coefficient de dilatation de l'air, 0,003367, celui de l'hydrogène 0,00366. S'il reste une bulle d'air (**37**), on aura

$$D = \frac{B - \pi}{A' - \frac{1}{14{,}44}\pi}.$$

(39) *Densités des gaz.*

Méthode Chancel. — Le ballon est jaugé à l'eau, puis pesé vide; soit p son poids. On calcule une fois pour toutes le volume v de l'air qu'il renferme (table **41**), et le bouchon, une fois graissé ou vaseliné, n'est plus dérangé. Il est bon de faire la tare avec un ballon de même volume extérieur. — Par la tubulure du col on fait arriver le gaz lavé et bien desséché et au robinet on adapte un tube en verre assez long dans lequel est un thermomètre sensible; pour les gaz plus légers que l'air, on retourne l'appareil le bouchon en bas. Quand on juge que l'air est déplacé, on tourne le bouchon, on lit le baromètre H et le thermomètre t; on ferme le robinet et on note le poids p' du ballon. La différence $p' - p$ est ajoutée au poids de l'air contenu dans le ballon, calculé aux mêmes température et pression (table **40**); si $p > p'$, on retranche du poids de l'air la différence $p - p'$. Soit P le nombre obtenu : la densité du gaz est égale à $\frac{P.\,(1 + \alpha t).\,760}{v.\,H.\,0{,}0012932}$. Pour $1 + \alpha t$, voyez table **43**.

Valeur du log $\frac{0{,}0012932}{760\,(1 + \alpha t)}$ inverse, à retrancher, voyez table **45**.

Methode Bunsen. — On remplit l'éprouvette d'air, on l'enfonce dans le mercure jusqu'au trait circulaire qu'on vise avec une lunette ; on ouvre le robinet et on note le temps t écoulé entre le passage des deux repères noirs. On enlève l'ajutage, on remplit la cloche de gaz, on remet en place et on note le temps t'; on prend les moyennes de deux ou trois observations. La densité du gaz $= \frac{t'^2}{t^2}$.

(40) *Poids d'un litre d'air et d'acide carbonique secs en grammes à différentes températures et pressions.*

t^0	Air = 1gr,					Acide carbonique = 1gr,			
	73	74	75	76	77	74	75	76	77
10	,198	,215	,231	,248	,264	,8244	,8493	,8743	,8993
11	194	211	227	243	260	8164	8413	8662	8910
12	190	206	223	239	255	8084	8331	8579	8827
13	186	202	218	235	251	8004	8251	8498	8745
14	182	198	214	230	246	7923	8170	8417	8663
15	178	194	210	226	242	7841	8086	8331	8577
16	174	190	206	222	238	7759	8003	8248	8492
17	169	185	201	218	234	7676	7919	8162	8406
18	165	181	197	213	229	7592	7835	8078	8321
19	161	177	193	209	225	7508	7750	7992	8234
20	157	173	189	205	221	7423	7665	7906	8147
21	154	169	185	201	217	7338	7530	7818	8059
22	150	165	181	197	213	7251	7443	7730	7970
23	146	161	177	193	209	7164	7355	7641	7880
24	142	158	173	189	204	7075	7265	7551	7789
25	138	154	169	185	200	6985	7175	7460	7697

(41) *Capacité des vases de verre* (LANDOLT et BORNSTEIN).

Soit P le poids de mercure ou d'eau contenu dans un vase de verre à t^0, pesé à 760^{mm} avec des poids en laiton. On aura le volume V en cc., à la température t^0 de l'observation, par la formule $V = PR$, et ce volume ramené à 0^0, à 15^0 ou à 20^0 par la formule $V' = PR'$.

t^0	Vases jaugés au mercure.				Vases jaugés à l'eau.			
	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°	R	R' à 0°	R' à 15°	R' à 20°
	0,073	0,073	0,073	0.073	1,00	1,00	1,00	1,00
0	(1)5505	5505	5781	5873	(1)126	126	163	176
13	7243	7003	7280	7372	165	133	170	183
14	7376	7118	7395	7487	178	143	181	193
15	7510	7234	7510	7603	192	155	192	205
16	7644	7349	7626	7718	207	167	204	217
17	7778	7464	7741	7833	223	180	218	230
18	7911	7579	7856	7948	240	195	233	245
19	8045	7694	7971	8063	258	211	248	261
20	8179	7809	8086	8179	278	228	266	278
21	8312	7924	8201	8294	299	246	284	296
22	8446	8040	8316	8409	320	265	303	315
23	8579	8155	8432	8524	343	285	322	335
24	8713	8270	8547	8639	366	306	343	356
25	8847	8385	8662	8755	390	327	365	378
26	8980	8500	8777	8870	417	352	390	402

1. Il faut lire 0,0735505 et 1,00126 ; de même pour les autres nombres.

(42) *Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre* (REGNAULT).

	de 0° à 100°		de 0° à 150°		de 0° à 200°		de 0° à 250°		de 0° à 300
1	0,0000276	1	0,0000284	1	0,0000291	1	0,0000298	1	0,0000306
2	0,0000552	2	0,0000568	2	0,0000582	2	0,0000596	2	0,0000612
3	0,0000828	3	0,0000852	3	0,0000873	3	0,0000894	3	0,0000918
4	0,0001104	4	0,0001136	4	0,0001164	4	0,0001192	4	0,0001224
5	0,0001380	5	0,0001420	5	0,0001455	5	0,0001490	5	0,0001530
6	0,0001656	6	0,0001704	6	0,0001746	6	0,0001788	6	0,0001836
7	0,0001932	7	0,0001988	7	0,0002037	7	0,0002086	7	0,0002142
8	0,0002208	8	0,0002272	8	0,0002328	8	0,0002384	8	0,0002448
9	0,0002484	9	0,0002556	9	0,0002619	9	0,0002682	9	0,0002754

(43) *Table des valeurs de* $1 + 0{,}00367.t$ *et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur.*

t	$1+0{,}00367.t$	Log.	t	$1+0{,}00367.t$	Log.
			21	1,07707	0,03224
— 2	0,99268	$\bar{1}$,99681	22	1,08074	0,03372
— 1	0,99634	$\bar{1}$,99841	23	1,08441	0,03519
0	1,00000	0,00000	24	1,08808	0,03666
1	1,00367	0,00159	25	1,09175	0,03812
2	1,00734	0,00318	26	1,09542	0,03958
3	1,01101	0,00476	27	1,09909	0,04103
4	1,01468	0,00633	28	1,10276	0,04248
5	1,01835	0,00790	29	1,10643	0,04392
6	1,02202	0,00946	30	1,11010	0,04536
7	1,02569	0,01102	31	1,11377	0,04679
8	1,02936	0,01257	32	1,11744	0,04822
9	1,03303	0,01411	33	1,12111	0,04965
10	1,03670	0,01565	34	1,12478	0,05107
11	1,04037	0,01719	35	1,12845	0,05248
12	1,04404	0,01872	36	1,13212	0,05389
13	1,04771	0,02024	37	1,13579	0,05530
14	1,05138	0,02176	38	1,13946	0,05670
15	1,05505	0,02327	39	1,14313	0,05810
16	1,05872	0,02478	40	1,14680	0,05949
17	1,06239	0,02628	41	1,15047	0,06088
18	1,06606	0,02778	42	1,15414	0,06226
19	1,06973	0,02927	43	1,15781	0,06364
20	1,07340	0,03076	44	1,16148	0,06501

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
45	1,16515	0,06638	90	1,33030	0,12395
46	1,16882	0,06775	91	1,33397	0,12515
47	1,17249	0,06911	92	1,33764	0,12634
48	1,17616	0,07049	93	1,34131	0,12753
49	1,17983	0,07182	94	1,34498	0,12872
50	1,18350	0,07317	95	1,34865	0,12990
51	1,18717	0,07451	96	1,35232	0,13108
52	1,19084	0,07585	97	1,35599	0,13226
53	1,19451	0,07719	98	1,35966	0,13343
54	1,19818	0,07852	99	1,36333	0,13460
55	1,20185	0,07985	100	1,36700	0,13577
56	1,20552	0,08117	101	1,37067	0,13693
57	1,20919	0,08241	102	1,37434	0,13809
58	1,21286	0,08389	103	1,37801	0,13925
59	1,21653	0,08512	104	1,38168	0,14041
60	1,22020	0,08643	105	1,38535	0,14156
61	1,22387	0,08772	106	1,38902	0,14271
62	1,22754	0,08903	107	1,39269	0,14385
63	1,23121	0,09033	108	1,39636	0,14499
64	1,23488	0,09162	109	1,40003	0,14613
65	1,23855	0,09291	110	1,40370	0,14727
66	1,24222	0,09420	111	1,40737	0,14847
67	1,24589	0,09548	112	1,41104	0,14954
68	1,24956	0,09676	113	1,41471	0,15067
69	1,25323	0,09803	114	1,41838	0,15179
70	1,25690	0,09930	115	1,42205	0,15291
71	1,26057	0,10057	116	1,42572	0,15403
72	1,26424	0,10183	117	1,42939	0,15515
73	1,26791	0,10309	118	1,43306	0,15626
74	1,27158	0,10434	119	1,43673	0,15737
75	1,27525	0,10559	120	1,64040	0,15848
76	1,27892	0,10684	121	1,44407	0,15959
77	1,28259	0,10809	122	1,44774	0,16069
78	1,28626	0,10933	123	1,45141	0,16179
79	1,28993	0,11057	124	1,45508	0,16289
80	1,29360	0,11180	125	1,45875	0,16398
81	1,29727	0,11303	126	1,46242	0,16507
82	1,30094	0,11426	127	1,46609	0,16616
83	1,30461	0,11548	128	1,46976	0,16725
84	1,30828	0,11670	129	1,47343	0,16833
85	1,31195	0,11792	130	1,47710	0,16941
86	1,31562	0,11913	131	1,48077	0,17049
87	1,31929	0,12034	132	1,48444	0,17156
88	1,32296	0,12155	133	1,48811	0,17263
89	1,32663	0,12275	134	1,49178	0,17370

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
135	1,49545	0,17477	180	1,66060	0,22026
136	1,49912	0,17584	181	1,66427	0,22122
137	1,50279	0,17690	182	1,66794	0,22218
138	1,50646	0,17796	183	1,67161	0,22314
139	1,51013	0,17902	184	1,67528	0,22409
140	1,51380	0,18007	185	1,67895	0,22504
141	1,51747	0,18112	186	1,68262	0,22599
142	1,52114	0,18217	187	1,58629	0,22693
143	1,52481	0,18322	188	1,68996	0,22787
144	1,52848	0,18426	189	1,69363	0,22882
145	1,53215	0,18530	190	1,69730	0,22976
146	1,53582	0,18634	191	1,70097	0,23070
147	1,53949	0,18738	192	1,70464	0,23163
148	1,54316	0,18841	193	1,70831	0,23257
149	1,54683	0,18944	194	1,71198	0,23350
150	1,55050	0,19047	195	1,71565	0,23443
151	1,55417	0,19150	196	1,71932	0,23536
152	1,55784	0,19252	197	1,72299	0,23628
153	1,56151	0,19354	198	1,72666	0,23721
154	1,56518	0,19456	199	1,73033	0,23813
155	1,56885	0,19558	200	1,73400	0,23905
156	1,57252	0,19660	201	1,73767	0,23997
157	1,57619	0,19761	202	1,74134	0,24088
158	1,57986	0,19862	203	1,74501	0,24180
159	1,58353	0,19963	204	1,74868	0,24271
160	1,58720	0,20063	205	1,75235	0,24362
161	1,59087	0,20163	206	1,75602	0,24453
162	1,59454	0,20263	207	1,75969	0,24544
163	1,59821	0,20363	208	1,76336	0,24634
164	1,60188	0,20463	209	1,76703	0,24724
165	1,60555	0,20562	210	1,77070	0,24814
166	1,60922	0,20661	211	1,77437	0,24904
167	1,61289	0,20760	212	1,77804	0,24994
168	1,61656	0,20859	213	1,78171	0,25084
169	1,62023	0,20958	214	1,78538	0,25173
170	1,62390	0,21056	215	1,78905	0,25262
171	1,62757	0,21154	216	1,79272	0,25351
172	1,63124	0,21252	217	1,79639	0,25440
173	1,63491	0,21350	218	1,80006	0,25529
174	1,63858	0,21447	219	1,80373	0,25617
175	1,64225	0,21544	220	1,80740	0,25705
176	1,64592	0,21641	221	1,81107	0,25793
177	1,64959	0,21738	222	1,81474	0,25881
178	1,65326	0,21834	223	1,81841	0,25969
179	1,65693	0,21930	224	1,82208	0,26057

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
225	1,82575	0,26144	270	1,99090	0,29905
226	1,82942	0,26231	271	1,99457	0,29985
227	1,83309	0,26318	272	1,99824	0,30064
228	1,83676	0,26405	273	2,00191	0,30144
229	1,84043	0,26492	274	2,00558	0,30224
230	1,84410	0,26578	275	2,00925	0,30303
231	1,84777	0,26665	276	2,01292	0,30383
232	1,85144	0,26751	277	2,01659	0,30462
233	1,85511	0,26837	278	2,02026	0,30541
234	1,85878	0,26922	279	2,02393	0,30620
235	1,86245	0,27008	280	2,02760	0,30698
236	1,86612	0,27094	281	2,03127	0,30776
237	1,86979	0,27179	282	2,03494	0,30855
238	1,87346	0,27264	283	2,03861	0,30933
239	1,87713	0,27349	284	2,04228	0,31011
240	1,88080	0,27434	285	2,04595	0,31089
241	1,88447	0,27519	286	2,04962	0,31167
242	1,88814	0,27603	287	2,05329	0,31245
243	1,89181	0,27688	288	2,05696	0,31323
244	1,89548	0,27772	289	2,06063	0,31400
245	1,89915	0,27856	290	2,06430	0,31477
246	1,90282	0,27940	291	2,06797	0,31544
247	1,90649	0,28023	292	2,07164	0,31631
248	1,91016	0,28107	293	2,07531	0,31708
249	1,91383	0,28190	294	2,07898	0,31785
250	1,91750	0,28274	295	2,08265	0,31862
251	1,92117	0,28357	296	2,08632	0,31938
252	1,92484	0,28439	297	2,08999	0,32014
253	1,92851	0,28522	298	2,09366	0,32091
254	1,93218	0,28605	299	2,09773	0,32167
255	1,93585	0,28687	300	2,10100	0,32243
256	1,93952	0,28769	301	2,10467	0,32318
257	1,94319	0,28851	302	2,10834	0,32394
258	1,94686	0,28933	303	2,11201	0,32469
259	1,95053	0,29015	304	2,11568	0,32545
260	1,95420	0,29097	305	2,11935	0,32620
261	1,95787	0,29178	306	2,12302	0,32695
262	1,96154	0,29260	307	2,12669	0,32770
263	1,96521	0,29341	308	2,13036	0,32845
264	1,96888	0,29422	309	2,13403	0,32920
265	1,97255	0,29503	310	2,13770	0,32995
266	1,97622	0,29584	311	2,14137	0,33069
267	1,97989	0,29664	312	2,14504	0,33144
268	1,98356	0,29745	313	2,14871	0,33218
269	1,98723	0,29825	314	2,15238	0,33292

t	$1+0,00367.t$	Log.	t	$1+0,00367.t$	Log.
315	2,15605	0,33366	337	2,23679	0,34963
316	2,15972	0,33440	338	2,24046	0,35034
317	2,16339	0,33513	339	2,24413	0,35105
318	2,16706	0,33587	340	2,24780	0,35176
319	2,17073	0,32661	341	2,25147	0,35247
320	2,17440	0,33734	342	2,25514	0,35317
321	2,17807	0,33807	343	2,25881	0,35388
322	2,18174	0,33880	344	2,26248	0,35458
323	2,18541	0,33953	345	2,26615	0,35529
324	2,18908	0,34026	346	2,26982	0,35599
325	2,19275	0,34099	347	2,27349	0,35669
326	2,19642	0,34172	348	2,27716	0,35739
327	2,20009	0,34244	349	2,28083	0,35809
328	2,20376	0,34316	350	2,28450	0,35879
329	2,20743	0,34389	...		
330	2,21110	0,34461	357,25	2,31111	0,36382
331	2,21477	0,34533	...		
332	2,21844	0,34605	440	2,61480	0,41744
333	2,22211	0,34677	...		
334	2,22578	0,34748	860	4,15620	0,61870
335	2,22945	0,34820	...		
336	2,23312	0,34891	1040	4,81680	0,68276

(44) *Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure, pour la lecture des volumes gazeux* [section VIII] (BUNSEN).

Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.	Millim. d'eau.	Millim. de mercure.
1	0,074	8	0,59	35	2,58	65	4,80
2	0,15	9	0,66	40	2,95	70	5,17
3	0,22	10	0,74	45	3,32	75	5,54
4	0,30	15	1,12	50	3,69	80	5,90
5	0,37	20	1,48	55	4,06	85	6,27
6	0,44	25	1,84	60	4,43	90	6,64
7	0,52	30	2,21				

(45)

Tables comprenant les diverses valeurs de $\log \frac{0,0012932}{(1+0,00367.t)\,760}$ *pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur.*

$$\log \frac{0.0012932}{(1 + 0,00367.t)\,760} = \log a.$$

t.	Log. a.	t.	Log. a.	t.	Log. a.	t.	Log. a.
—5	$\bar{6}$.23889	31	$\bar{6}$.184056	67	$\bar{6}$ 135372	103	$\bar{6}$.092599
—4	23727	32	182627	68	134095	104	090444
—3	23566	33	181203	69	132821	105	089292
—2	23405	34	179784	70	131551	106	088143
—1	23245	35	178369	71	130285	107	086997
0	230852	36	176959	72	129022	108	085854
1	229261	37	175554	73	127763	109	084714
2	227666	38	174153	74	126508	110	083577
3	226096	39	172756	75	125256	111	082443
4	224523	40	171364	76	124008	112	081312
5	222955	41	169976	77	122764	113	080184
6	221392	42	168593	78	121523	114	079059
7	219835	43	167214	79	120286	115	077937
8	218284	44	165840	80	119052	116	076817
9	216739	45	164470	81	117821	117	075701
10	215199	46	163104	82	116594	118	074587
11	213664	47	161742	83	115371	119	073476
12	212135	48	160385	84	114151	120	072369
13	210611	49	159032	85	112934	121	071263
14	209092	50	157683	86	111721	122	070161
15	207579	51	156339	87	110511	123	069062
16	206071	52	154998	88	109305	124	067965
17	204568	53	153664	89	108102	125	066871
18	203070	54	152336	90	106902	126	065780
19	201577	55	151001	91	105706	127	064691
20	200090	56	149677	92	104512	128	063605
21	198608	57	148357	93	103323	129	062522
22	197130	58	147041	94	102136	130	061442
23	195658	59	145729	95	100952	131	060364
24	194191	60	144421	96	099772	132	059289
25	192728	61	143116	97	098595	133	058217
26	191271	62	141816	98	097421	134	057147
27	189818	63	140520	99	096251	135	056080
28	188371	64	139227	100	095083	136	055015
29	186928	65	137938	101	093919	137	053953
30	185490	66	136653	102	092758	138	052894

$$\log \frac{0{,}0012932}{(1 + 0{,}00367\ t)\ 760} = \log \alpha.$$

t.	Log. α.	t.	Log. α.	t.	Log. α.	t.	Log. α.
139	$\bar{6}.051837$	180	$\bar{6}.010587$	221	$\bar{7}.972916$	262	$\bar{7}.938254$
140	050783	181	009628	222	972037	263	937443
141	049732	182	008671	223	971160	264	936632
142	048682	183	007717	224	970284	265	935824
143	047636	184	006764	225	969410	266	935016
144	046592	185	005814	226	968538	267	934211
145	045550	186	004866	227	967668	268	933406
146	044511	187	003919	228	966799	269	932604
147	043475	188	002975	229	965932	270	931802
148	042441	189	002033	230	965067	271	931002
149	041409	190	001093	231	964204	272	930204
150	040380	191	000155	232	963342	273	929407
151	039358	192	$\bar{7}.999219$	233	962482	274	928612
152	038329	193	998285	234	961624	275	927818
153	037307	194	997353	235	960767	276	927025
154	036287	195	996423	236	959912	277	926234
155	035270	196	995495	237	959059	278	925444
156	034255	197	994569	238	958207	279	924656
157	033243	198	993645	239	957357	280	923869
158	032233	199	992723	240	956509	281	923084
159	031225	200	991803	241	955662	282	922300
160	030220	201	990884	242	954817	283	921518
161	029217	202	989968	243	953974	284	920736
162	028216	203	989054	244	953132	285	919957
163	027218	204	988141	245	952292	286	919178
164	026222	205	987231	246	951454	287	918401
165	025228	206	986322	247	950617	288	917626
166	024236	207	985416	248	949782	289	916852
167	023247	208	984511	249	948948	290	916079
168	022260	209	983608	250	948116	291	915307
169	021275	210	982707	251	947286	292	914537
170	020292	211	981807	252	946457	293	913769
171	019312	212	980910	253	945630	294	913001
172	018334	213	980015	254	944804	295	912235
173	017358	214	979121	255	943980	296	911471
174	016384	215	978229	256	943157	297	910707
175	015412	216	977339	257	942336	298	909945
176	014444	217	976451	258	941517	299	909185
177	013476	218	975565	259	940699	300	908426
178	012510	219	974680	260	939883		
179	011547	220	973797	261	939068		

Section VII. — Aréométrie.

(46) *Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau avec les densités.*

Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes		Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes	
	Baumé.	Beck.		Baumé.	Beck.
0	1,0000	1,0000	37	1,3447	1,2782
1	1,0069	1,0059	38	1,3574	1,2879
2	1,0140	1,0119	39	1,3703	1,2977
3	1,0212	1,0180	40	1,3834	1,3077
4	1,0285	1,0241	41	1,3968	1,3178
5	1,0358	1,0303	42	1,4105	1,3281
6	1,0434	1,0366	43	1,4244	1,3386
7	1,0509	1,0429	44	1,4386	1,3492
8	1,0587	1,0494	45	1,4531	1,3600
9	1,0665	1,0559	46	1,4678	1,3710
10	1,0744	1,0625	47	1,4828	1,3821
11	1,0825	1,0692	48	1,4984	1,3934
12	1,0907	1,0759	49	1,5141	1,4050
13	1,0990	1,0828	50	1,5301	1,4167
14	1,1074	1,0897	51	1,5466	1,4286
15	1,1160	1,0968	52	1,5633	1,4407
16	1,1247	1,1039	53	1,5804	1,4530
17	1,1335	1,1111	54	1,5978	1,4655
18	1,1425	1,1184	55	1,6158	1,4783
19	1,1516	1,1258	56	1,6342	1,4912
20	1,1608	1,1333	57	1,6529	1,5044
21	1,1702	1,1409	58	1,6720	1,5179
22	1,1798	1,1486	59	1,6916	1,5315
23	1,1896	1,1565	60	1,7116	1,5454
24	1,1994	1,1644	61	1,7322	1,5596
25	1,2095	1,1724	62	1,7532	1,5741
26	1,2198	1,1806	63	1,7748	1,5888
27	1,2301	1,1888	64	1,7969	1,6038
28	1,2407	1,1972	65	1,8195	1,6190
29	1,2515	1,2057	66	1,8428	1,6346
30	1,2624	1,2143	67	1,839	1,6505
31	1,2736	1,2230	68	1,864	1,6667
32	1,2849	1,2319	69	1,885	1,6832
33	1,2965	1,2409	70	1,909	1,7000
34	1,3082	1,2500	71	1,935	
35	1,3202	1,2593	72	1,960	
36	1,3324	1,2680			

Un travail récent de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida a fixé avec exactitude le rapport qui *doit* exister, d'après la définition donnée par Baumé du 15e degré de son pèse-sel, entre les densités et les indications de l'aréomètre. La table **47** servira à évaluer les densités d'après les degrés des instruments gradués selon les indications de ces savants.

(47) *Table des densités à + 12°,5, correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé construit d'après les indications de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida.*

0	0,999 5	19	1,146	38	1,343	57	1,621
1	1,006	20	1,155	39	1,355	58	1,639
2	1,013	21	1,164	40	1,367	59	1,657 5
3	1,020	22	1,173	41	1,380	60	1,676
4	1,027	23	1,182 5	42	1,393	61	1,695
5	1,034	24	1,192	43	1,406	62	1,715
6	1,041	25	1,201 5	44	1,419 5	63	1,735
7	1,048 5	26	1,211	45	1,433 5	64	1,755 5
8	1,056	27	1,221	46	1,447 5	65	1,776 5
9	1,064	28	1,231	47	1,461 5	66	1,798
10	1,071 5	29	1,241 5	48	1,476	67	1,820
11	1,079	30	1,252	49	1,491	68	1,842 5
12	1,087	31	1,263	50	1,506	69	1,866
13	1,095	32	1,273 5	51	1,521 5	70	1,890
14	1,103	33	1,284	52	1,537	71	1,915
15	1,111 6	34	1,296	53	1,553 5	72	1,939
16	1,120	35	1,307	54	1,570	73	1,965
17	1,128 5	36	1,319	55	1,587	74	1,991
18	1,137	37	1,331	56	1,604	75	2,018

(48) *Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à + 12°,5 ou + 15° sous la pression de 0,760 avec des poids de laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.*

Multiplier le nombre de la table **47** par 1000 et retrancher une unité.

Exemple. Un liquide marquant 25 degrés B à + 15° possède une densité de 1,2015. Les poids de laiton qui feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air seront 1200gr,5.

(49) *Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau et densités à + 15° des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes* n *volumes d'alcool absolu* (n = *degrés Gay-Lussac*).

Degrés.			Poids spécifique.	Degrés.			Poids spécifique.
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	
10	10	0	1,000			35	0,960
		1	0,999			36	0,959
		2	0,997		16	37	0,957
		3	0,996			38	0,956
		4	0,994	17		39	0,954
11	11	5	0,993			40	0,953
		6	0,992		17	41	0,951
		7	0,990			42	0,949
		8	0,989	18		43	0,948
		9	0,988			44	0,946
12		10	0,987			45	0,945
	12	11	0,986		18	46	0,943
		12	0,984	19		47	0,941
		13	0,983			48	0,940
		14	0,982			49	0,938
		15	0,981	20	19	50	0,936
		16	0,980			51	0,934
13		17	0,979			52	0,932
	13	18	0,978	21	20	53	0,930
		19	0,977			54	0,928
		20	0,976			55	0,926
		21	0,975	22	21	56	0,924
		22	0,974			57	0,922
14		23	0,973			58	0,920
		24	0,972	23	22	59	0,918
	14	25	0,971			60	0,915
		26	0,970			61	0,913
		27	0,969	24	23	62	0,911
		28	0,968			63	0,909
15		29	0,967	25		64	0,906
		30	0,966		24	65	0,904
		31	0,965			66	0,902
	15	32	0,964	26		67	0,899
		33	0,963		25	68	0,896
16		34	0,962	27		69	0,893

Degrés.			Poids spécifique.	Degrés.			Poids spécifique.
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	
	26	70	0,891	36	34	86	0,848
28		71	0,888			87	0,845
	27	72	0,886	37	35	88	0,842
29		73	0,884	38	36	89	0,838
	28	74	0,881			90	0,835
30		75	0,879	39	37	91	0,832
		76	0,876			92	0,829
31	29	77	0,874	40	38	93	0,826
		78	0,871	41		94	0,822
32	30	79	0,868	42	39	95	0,818
		80	0,865	43	40	96	0,814
33	31	81	0,963	44	41	97	0,810
		82	0,860	45	42	98	0,805
34	32	83	0,857	46	43	99	0,800
35		84	0,854	47	44	100	0,795
	33	85	0,851	48			0,791

NOTA. Si la température est de 15° + n, il faut retrancher (0,4) n degrés alcoométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si $t = 15° - n$.

(50) *Formule des aréomètres.*

Soit g le degré marqué par un aréomètre, d la densité de la solution; on a pour les aréomètres suivants la formule générale $d = \frac{m}{m \pm g}$, en appelant m un facteur déterminé; $+g$ s'emploie dans le cas des liquides plus légers que l'eau, $-g$ avec les liquides plus lourds.

Pour l'aréomètre Baumé, plus lourd que l'eau (*pèse-sels*), $m = 144$ (144,3 d'après Lunge), 145 dans les instruments américains, et 148,5 d'après l'appareil de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida). Le degré doit se prendre à 12°,5 de température centigrade.

Pour l'instrument de Beck, $m = 170$; température 12°,5 C.
— Brix, 400 — 15°,6 C.
— Balling, 200.

Pour le *pèse-liqueur* de Baumé plus léger que l'eau, et marquant 10° dans l'eau à + 12°,5, la formule est $d = \frac{144}{134 + g}$.

Les fabriques anglaises emploient l'aréomètre de Twaddle, dont la formule est $d = \frac{0,5\,g + 100}{100}$, c'est-à-dire qu'en multipliant le degré par 5 et ajoutant 1000. on a le poids du litre en grammes.

Le densimètre de Fleischer donne l'excédent sur 100 du poids de 100 cc. en grammes, soit la partie fractionnaire de la densité, multipliée par 100.

(51) *Densités des solutions.*

Voici les formules qui permettent de diluer au degré voulu des solutions de concentration donnée, connaissant la densité, ou la richesse en sel, et en supposant que la dilution de ces solutions s'accomplisse sans contraction ni augmentation de volume.

Soit a la teneur en sel % du liquide concentré.
— b — cherché.

Le quotient $\frac{a}{b}$ est égal à la somme des volumes du liquide concentré (1 volume) et de l'eau à ajouter.

Ainsi, soit un acide nitrique à 45° Baumé à ramener à 22°.

L'acide à 45° Baumé (table 69) renferme 77,8 % d'acide réel.
— 22° — — 29,2 —

Le rapport $\frac{77,8}{29,2} = 2,67$; il faut donc à 1 volume d'acide à 45° ajouter 1,67 volumes d'eau pour le ramener à 22°.

On peut aussi résoudre le problème inverse : combien d'eau a-t-on ajoutée à un produit de densité D pour obtenir 100 parties de mélange de densité d? La quantité d'eau % dans le produit $= \frac{100\left(\frac{D}{d} - 1\right)}{D - 1}$.

En général, soit D la densité d'une solution de volume V : on veut l'amener à la densité d' en ajoutant un volume v de solution de densité d.

$$d' = \frac{VD + vd}{V + v}. \qquad v = \frac{V(D - d')}{d' - d}.$$

Une solution à	15 %	de sel en renferme	17,3 gr.	pour 100 gr. d'eau
—	20	—	25	—
—	25	—	33,3	—
—	30	—	43	—
—	35	—	54	—
—	40	—	67	—
—	45	—	82	—
—	50	—	100	—
—	55	—	122	—
—	60	—	150	—
—	70	—	225	—

Section VIII. — Eudiométrie.

(52) *Poids et volumes des gaz pour l'eudiométrie.*

Un gaz possède le volume V à la pression H (réduite à zéro) et à la température t. Il posséderait à la pression H′ et à la température t' le volume

$$V' = V\frac{H\,(1 + 0{,}00367.t')}{H'\,(1 + 0{,}00367.t)}.$$

Son poids est $V_0 D_0 . 1{,}29..$,

c'est-à-dire $$P = \frac{V.H.D_0.1{,}2932}{(1 + 0{,}00367.t)760}.$$

Si le volume est lu sur l'eau, on transforme la colonne d'eau en colonne de mercure (44) et l'on retranche de H la tension de la vapeur d'eau à t° (28).

(53) *Réduction des volumes gazeux.*

Dans la plupart des analyses de gaz pour l'industrie, on ne pousse l'exactitude des recherches que jusqu'à 1/2 ou 1/4 °/₀ au plus, et dans ces conditions les tables de Lunge, réduites par centimètre de pression barométrique et par deux degrés de température nous semblent suffisantes.

Pour s'en servir, on ramène d'abord la hauteur barométrique à 0° (table 23), ou plus simplement en retranchant de 13 à 20°, 2^{mm}, ou de 21 à 25°, 3^{mm}, puis on déduit la tension de la vapeur (28) si les mesures ont été faites sur l'eau; et en face du volume lu dans la 1re colonne on trouve le volume ramené à 760 dans la colonne correspondant à la pression barométrique rectifiée. Si l'on veut pousser l'exactitude plus loin, on interpolera facilement les différences correspondant aux millimètres, en retranchant les chiffres des colonnes voisines; la différence est la correction pour 10^{mm}, et on multipliera le 10e de cette quantité par le nombre de millimètres pour avoir la correction correspondante.

On opérera de même avec la seconde table; on lit dans la 1re colonne le volume ramené à 760^{mm} et on trouve le volume à 0° dans la colonne qui correspond à la température du gaz.

(54) *Volumes des gaz à diverses pressions ramenés à la pression de 76.*

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
11	10,28	10,42	10,57	10,71	10,85	11,14
12	11,21	11,37	11,53	11,68	11,84	12,16
13	12,14	12,31	12,42	12,66	12,83	13,17
14	13,08	13,26	13,45	13,63	13,82	14,17
15	14,02	14,21	14.41	14,60	14,81	15,19
16	14,95	15,15	15,37	15,58	15,79	16,21
17	15,88	16,10	16,33	16,55	16,78	17,22
18	16,82	17,05	17,29	17,52	17,77	18,23
19	17,76	18,00	18,25	18,50	18,75	19,25
20	18,68	18,95	19 21	19,47	19,74	20,26
21	19,62	19,90	20,17	20,44	20,72	21,27
22	20,55	20,84	21,13	21,42	21,71	22,28
23	21,49	21,79	22,09	22,39	22,70	23,30
24	22,43	22,74	23,05	23,36	23,69	24,41
25	23,35	23,69	24,01	24,34	24,67	25,32
26	24.29	24,64	24,97	25,31	25,66	26,34
27	25,23	25,58	25,93	26,28	26,65	27,35
28	26,16	26,53	26,89	27,26	27,63	28,36
29	27.10	27,48	27,85	28,23	28,62	29,37
30	28,03	28,42	28,82	29.21	29,60	30,39
31	28,97	29,37	29,76	30,18	30,59	31,41
32	29,90	30,32	30,74	31,15	31 58	32,43
33	30,83	31,26	31,70	32,13	32,56	33,43
34	31,77	32,21	32,66	33,10	33,55	34.45
35	32,71	33,16	33,62	34,70	34,54	35,46
36	33,64	34,10	34,58	35,05	35,52	36,47
37	34,57	35,05	35,54	36,02	36,51	37,49
38	35,50	36,00	36,50	37,00	37,50	38,50
39	36.44	36,95	37,47	37,97	38,49	39,51
40	37.38	37,89	38,42	38,95	39,47	40,52
41	38,31	38,84	39,38	39,92	40,46	41,54
42	39.23	39,79	40,34	40,89	41,44	42,55
43	40,18	40,73	41,30	41,86	42,43	43,56
44	41,11	41,68	42,27	42,84	43,42	44,58
45	42,05	42,63	43,22	43,81	44,46	45,59
46	42.98	43,58	44,18	44,78	45,39	46,60

Volumes observés à la pression P.	P = 71. Volumes à 0,76.	P = 72. Volumes à 0,76.	P = 73. Volumes à 0,76.	P = 74. Volumes à 0,76.	P = 75 Volumes à 0,76.	P = 77. Volumes à 0,76.
47	43,91	44,52	45,15	45,76	46,38	47,61
48	44,84	45,47	46,10	46,73	47,36	48,63
49	45,78	46,42	47,06	47,70	48,35	49,64
50	46,72	47,36	48,03	48,68	49,34	50,66
51	47,65	48,31	48,99	49.65	50,33	51,62
52	48,58	49,26	49,96	50,63	51,32	52,68
53	49,52	50,21	50,91	51,60	52,30	53,70
54	50,45	51,15	51,87	52,58	53,29	54,72
55	51,38	52,10	52,83	53,55	54,28	55,73
56	52,32	53,05	53.79	54,52	55,26	56,74
57	53,25	54,00	54,75	55,50	56,25	57,76
58	54,19	54,94	55,71	56,47	57,24	58,77
59	55,13	55,89	56.67	57,44	58,22	59,78
60	56,07	56,84	57,63	58,42	59,21	60,79
61	57,00	57,79	58,59	59,39	60,20	61,81
62	57,93	58,74	59,55	60,36	61,19	62,82
63	58,87	59,68	60,51	61,34	62,17	63,84
64	59,80	60,63	61,47	62,32	63,16	64,85
65	60,74	61,58	62,43	63,28	64,65	65,86
66	61,67	62,52	63,39	64,26	65,13	66,88
67	62,60	63,47	64,35	65,23	66,12	67,89
68	63,54	64,42	65,31	66,20	67,10	68,90
69	64,47	65,37	66,27	67,18	68,09	69,91
70	65,40	66,32	67,24	68,16	69,08	70,92
71	66,34	67,26	68,20	69,13	70,07	71,94
72	67.27	68,21	69,16	70,11	71,05	72,95
73	68,20	69,16	70,12	71,08	72,04	73,97
74	69,11	70,11	71,08	72,05	73,03	74,98
75	70,07	71,05	72,04	73,02	74,01	75,99
76	71,01	72,00	73,00	74,00	75,00	77,01
77	71,94	72,95	73.96	74.97	75,99	78,02
78	72,87	73,89	74,92	75,95	76,97	79,03
79	73.80	74,84	75,88	76,92	77,96	80,04
80	74,74	75,78	76,84	77,90	78,94	81,06
81	75.67	76,74	77,80	78,87	79,93	82,07
82	76,60	77.68	78,76	79,84	80,92	83,09
83	77,54	78,63	79,72	80 82	81,91	84,10
84	78,47	79,57	80,68	81,79	82,90	85,11
85	79,41	80,53	81,64	82,76	83,88	86,13

Volumes observés à la pression P.	P=71. Volumes à 0,76.	P=72. Volumes à 0,76.	P=73. Volumes à 0,76.	P=74. Volumes à 0,76.	P=75. Volumes à 0,76.	P=77. Volumes à 0,76.
86	80,34	81,47	82,60	83,73	84,87	87,14
87	81,28	82,42	83,56	84,81	85,85	88,15
88	82,21	83,36	84,52	85,68	86,84	89,17
89	83,15	84,31	85,48	86,66	87,82	90,18
90	84,09	85,26	86,45	87,63	88,81	91,19
91	85,02	86,21	87,41	88,61	89,80	92,21
92	85,95	87,16	88,37	89,58	90,79	93,22
93	86,89	88.11	89,33	90,55	91,77	94,23
94	87,82	89,85	90,29	91,52	92,76	95,24
95	88,76	90,00	91,25	92,50	93,74	96,26
96	89,69	90,95	92,21	93,57	94,73	97,27
97	90,62	91.89	93,17	94,45	95,72	98,29
98	91,56	92,84	94,13	95,42	96,70	99,30
99	92,49	93,79	95,09	96,39	97,69	100,31
100	93,42	94,74	96,05	97,37	98,68	101,32

(55) *Volumes des gaz à diverses températures ramenés à zéro.*

Volumes observés à $t°$.	$t°=12°$. Volumes à zéro.	$t°=14°$. Volumes à zéro.	$t°=16°$. Volumes à zéro.	$t°=18°$. Volumes à zéro.	$t°=20°$. Volumes à zero.	$t°=22°$. Volumes à zéro.	$t°=24°$. Volumes à zéro.
11	10,53	10,46	10,39	10,32	10,25	10,18	10,11
12	11,49	11,42	11,38	11,26	11,10	11,11	11,03
13	12,45	12,36	12,28	12,20	12,11	12,03	11,95
14	13,41	13,31	13,23	13,13	13,04	12,96	12,87
15	14,37	14,27	14,17	14,07	13,97	13,88	13,79
16	15,32	15,22	15,11	15,01	14,91	14,81	14,71
17	16,28	16,17	16,06	15,95	15,84	15,73	15,63
18	17,24	17,12	17,00	16,89	16,76	16,66	16,55
19	18,20	18,07	17,95	17,83	17,70	17,58	17,47
20	19,16	19,03	18,89	18,76	18,64	18,51	18,39
21	20,12	19,98	19,84	19,70	19,57	19,43	19,31
22	21,08	20,93	20,78	20,64	20,50	20,36	20,23
23	22,03	21,88	21,73	21,58	21,43	21,29	21,15

Volumes observés à $t°$.	$t° = 12°$. Volumes à zéro.	$t° = 14°$ Volumes à zéro.	$t° = 16°$. Volumes à zéro.	$t° = 18°$. Volumes à zéro.	$t° = 20°$. Volumes à zéro.	$t° = 22°$ Volumes à zéro.	$t° = 24°$. Volumes à zéro.
24	22,99	22,83	22,67	22,51	22,37	22,21	22,07
25	23,95	23,78	23,61	23,45	23,30	23,15	22,99
26	24,91	24,73	24,56	24,39	24,23	24,06	23,91
27	25,87	25,69	25,50	25,33	25,15	24,99	24,83
28	26,82	26,64	26,45	26,27	26,09	25,91	25,74
29	27,78	27,59	27,39	27,20	27,02	26,84	26,67
30	28,74	28,54	28,34	28,15	27,95	27,77	27,58
31	29,70	29,49	29,28	29,09	28,87	28,70	28,50
32	30,66	30,44	30,23	30,03	29,81	29,62	29,42
33	31,61	31,39	31,17	30,97	30,74	30,55	30,34
34	32,57	32,34	32,12	31,90	31,68	31,47	31,26
35	33,53	33,30	33,06	32,83	32,61	32,40	32,18
36	34,49	34,24	34,01	33,78	33,54	33,32	33,10
37	35,45	35,20	34,95	34,72	34,47	34,25	34,02
38	36,40	36,15	35,90	35,66	35,40	35,17	34,93
39	37,36	37,10	36,84	36,59	36,34	36,10	35,85
40	38,32	38,05	37,79	37,53	37,27	37,02	36,77
41	39,28	39,00	38,73	38,47	38,20	37,95	37,69
42	40,24	39,95	39,68	39,41	39,13	38,87	38,61
43	41,19	40,90	40,62	40,35	40,07	39,80	39,53
44	42,15	41,86	41,57	41,28	41,00	40,72	40,45
45	43,11	42,81	42,51	42,22	41,93	41,65	41,37
46	44,07	43,76	43,46	43,16	42,86	42,57	42,29
47	45,03	44,71	44,40	44,10	43,79	43,50	43,21
48	45,98	45,66	45,35	45,04	44,72	44,42	44,12
49	46,94	46,61	46,30	45,97	45,65	45,35	45,04
50	47,90	47,57	47,24	46,91	46,59	46,28	45,97
51	48,86	48,52	48,18	47,85	47,52	47,20	46,89
52	49,82	49,47	49,13	48,79	48,45	48,13	47,81
53	50,77	50,41	50,07	49,72	49,38	49,06	48,73
54	51,01	51,37	51,02	50,66	50,32	49,98	49,65
55	52,87	52,33	51,96	51,60	51,25	50,91	50,57
56	53,65	53,28	52,91	52,54	52,18	51,83	51,49
57	54,61	54,23	53,86	53,48	53,11	52,76	52,41
58	55,56	55,18	54,80	54,42	54,04	53,68	53,32
59	56,52	56,13	55,74	55,35	54,97	54,61	54,24
60	57,47	57,08	56,68	56,29	55,91	55,53	55,16
61	58,43	58,03	57,63	57,23	56,84	56,46	56,08
62	59,39	58,98	58,57	58,17	57,77	57,38	57,00
63	60,35	59,93	59,52	59,11	58,71	58,31	57,92
64	61,31	60,88	60,46	60,04	59,64	59,23	58,84

Volumes observés à t°.	$t^{\circ} = 12^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 14^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 16^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 18^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 20^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 22^{\circ}$. Volumes à zéro.	$t^{\circ} = 24^{\circ}$. Volumes à zéro.
65	62,26	61,84	61,40	60,97	60,57	60,16	59,76
66	63,22	62,79	62,35	61,92	61,50	61,08	60,68
67	64,18	63.74	63,29	62,86	62,43	62,01	61,60
68	65,13	64,69	64,23	63,80	63,36	62,93	62,51
69	66,09	65,64	65,18	64,73	64,30	63,86	63,43
70	67,05	66,59	66,13	65,67	65,23	64,79	64,35
71	68,01	67,54	67,07	66,61	66,16	65,71	65,27
72	68,97	68,49	68.02	67,55	67,09	66,64	66,19
73	69,92	69,44	68,96	68,49	68,09	67,57	67,11
74	70,88	70,40	69,91	69,42	68,96	68,49	68,03
75	71,84	71,35	70,85	70,37	69,89	69,42	68,95
76	72,80	72,30	71,80	71,30	70,82	70,34	69,87
77	73,76	73 25	72,74	72,24	71,75	71,27	70,79
78	74,71	74.20	73,69	73,18	72,68	72,19	71,70
79	75,67	75,15	74,63	74,11	73,61	73,12	72,62
80	76,63	76,10	75,58	75,06	74,54	74,04	73,54
81	77,59	77.05	76,52	76,00	75,47	74,97	74,46
82	78,55	78,00	77.47	76,94	76,40	75,89	75,38
83	79,50	78.95	78,41	77,87	77,34	76,82	76,30
84	80,46	79,91	79,35	78,81	78,27	77,74	77,22
85	81,42	80,86	80,30	79,75	79,20	78,67	78,14
86	82,38	81,81	81,24	80,69	80,13	79,59	79,06
87	83,33	82,76	82,19	81,63	81,06	80,52	79,98
88	84,29	83,71	83,13	82,57	81,99	81,44	80,90
89	85,25	84,66	84,08	83,50	82,93	82,37	81,82
90	86,21	85,62	85,02	84,44	83,86	83,30	82,74
91	87,17	86,57	85,96	85,38	84,79	84,22	83,66
92	88,13	87,52	86.91	86,32	85,72	85,15	84,58
93	89,08	88,47	87,85	87,25	86,66	86,08	85,50
94	90,04	89.42	88,80	88,19	87,59	87,00	86,42
95	91,00	90,38	89.74	89,13	88,52	87,93	87,34
96	91,96	91,33	90,69	90,07	89,45	88,85	88,28
97	92,92	92,28	91,63	91.00	90,38	89,78	89,18
98	93,87	93,23	92.58	91,94	91,31	90,70	90,09
99	94,83	94,18	93,52	92,88	92,24	91,63	91,01
100	95,79	95,13	94,47	93,82	93,18	92,55	91,93

Section IX. — Densités des solides, liquides et gaz.

(56) *Volume et densité de l'eau distillée de* 0° *à* 100° (Rossetti).

d_t = densité à t^0, $d_0 = 1$. D_t = densité à t^0, $D_{4.07} = 1$.
v_t = volume à t^0, $v_0 = 1$. V_t = volume à t^0, $V_{4.07} = 1$.

t	d_t	v_t	D_t	V_t
0°	1,000000	1,000000	0,999871	1,000129
1	057	0,999943	928	072
2	098	902	969	031
3	120	880	991	009
4	129	871	1,000000	1,000000
5	119	881	0,999990	010
6	099	901	970	030
7	062	938	933	067
8	015	985	886	114
9	0,999953	1,000047	824	176
10	876	124	747	253
11	784	216	655	345
12	678	322	549	451
13	559	441	430	570
14	429	572	299	701
15	289	712	160	841
16	131	870	002	999
17	0,998970	1,001031	0,998841	1,001160
18	782	219	654	348
19	588	413	460	542
20	388	615	259	744
21	176	828	047	957
22	0,997956	1,002048	0,997828	1,002177
23	730	276	601	405
24	495	511	367	641
25	249	759	120	888
26	0,996994	1,003014	0,996866	1,003144
27	732	278	603	408
28	460	553	331	682
29	179	835	051	965
30	0,99589	1,00412	0,99577	1,00425
40	0,99248	1,00757	0,99235	1,00770
50	0,98832	1,01182	0,98819	1,01195
60	0,98350	1,01678	0,98338	1,01691
70	0,97807	1,02243	0,97794	1,02256
80	0,97206	1,02874	0,97194	1,02887
90	0,96568	1,03554	0,96556	1,03567
100	0,95879	1,04299	0,95866	1,04312

(58) *Densités de quelques substances inorganiques.*

Les autres propriétés, table **118** et **151**. — Minéraux, table **152**.

LIQUIDES.	
Acide carbonique à 0°....	0,95
— chlorhydrique à 0°...	0,91
— cyanhydrique à 7°...	0,706
— hypoazotique à 0°...	1,49
— sulfureux à 0°.....	1,434
Ammoniaque à 0°.....	0,636
Brome à 20°.....	3,12
Bromure phosphoreux à 0°.	2,923
Chlorure antimonique à 20°	2,346
— arsénieux à 0°.....	2,205
— de bore.....	1,35
— d'étain (tétra-) à 0°...	2,278
— d'iode (mono-) à 0° ...	3,18
— de phosphore (tri) à 0°.	1,613
— — (oxy) à 0°.	1,712
— de soufre (proto) à 0°.	1,709
— de sulfuryle à 0°.....	1,708
— de silicium à 0°.....	1,524
Eau de mer.....	1,026
— oxygénée.....	1,452
Gallium surfondu à 24°....	6,07
Mercure à 0°.....	13,596
Oxygène à — 130°.....	0,899
Sulfure de carbone à 0°..	1,263
ÉLÉMENTS SOLIDES.	
Aluminium.....	2,60
Antimoine.....	6,71
Argent.....	10,53
Arsenic cristallisé.....	5,73
Bismuth.....	9,80
Bore cristallisé.....	2,6
Cadmium.....	8,60
Charbon de cornue.....	1,88
Cobalt fondu	7,81
Cuivre.....	8,92
Étain.....	7,29
Fer.....	7,86
— acier.....	7,7
— fonte grise,.....	7,1
— — blanche.....	7,6
Indium.....	7,40
Iode.....	4,95
Iridium.....	22,4
Lithium.....	0,59
Magnésium.....	1,74
Manganèse.....	8,0
Nickel.....	8,9
Or.....	19,32
Osmium.....	22,48
Palladium.....	11,4
Phosphore.....	1,83
— rouge.....	2,20
— métallique ..	2,34
Platine fondu.....	21,50
Plomb.....	11,37
Potassium.....	0,87
Rhodium.....	12,1
Ruthénium.....	12,26
Sélénium noir.....	4,8
— rouge.....	4,5
Silicium cristallisé.....	2,39
Sodium.....	0,978
Soufre octaédrique.	2,07
— prismatique.....	1,96
— mou.....	1,92
Tellure.....	6,4
Thallium.....	11,85
Tungstène.....	19,1
Zinc.....	7,15
OXYDES ET SELS.	
Aluminium, oxyde.....	3,85
— fluorure. ...	3,10
— sulfate crist..	1,62
— Alun potass. crist.	1,72
— — sod. —	1,60
— — ammon. —	1,624
Ammonium, chlorure.....	1,52
— fluorure.....	1,21
— nitrate.....	1,74
— oxalate.....	1,5
— sulfate.....	1,76
— sulfocyanure..	1,31
Antimoine, oxyde.....	5,53
— sulfure ppté..	4,42

Anhydride antimonique..	3,78	Étain, bisulfure.....	4,51
Antimoine, trichlorure...	3.06	Acide stannique..... ...	6,95
Argent, bromure..... ..	6,33	Fer, peroxyde calciné....	5,12
— chlorure fondu..	5,55	— protosulfure.....	4,84
— iodure.....	5,62	— protochlorure crist...	1,93
— nitrate.....	4.34	— sulfate (proto-) crist..	1,88
— oxyde.....	7,52	— — (per-) anhydre.	4.0
— sulfure.....	6,85	Lithium, chlorure.....	2,04
Anhydride arsénieux crist.	3,61	— carbonate.....	2,11
Baryum, oxyde.....	5,00	— sulfate crist	2,02
— hydrate crist....	1,656	Magnésie, peu calcinée....	3,22
— bioxyde.....	4,96	— très — ...	3,61
— carbonate ppté..	4,275	Magnésium, chlorure crist.	1,56
— chlorure crist...	3,045	— sulfate.....	1,68
— nitrate..... .	3,23	— pyrophosphate.	2,40
— sulfate ppté.....	4,33	Manganèse, peroxyde ppté.	4,50
Bismuth, oxyde.....	8,15	— chlorure crist..	1,91
— nitrate crist....	2,78	— carbonate ppté.	3,125
Anhydride borique.....	1,79	— sulfate crist....	2,107
Acide —	1,46	Mercure, bioxyde.....	11,14
Cadmium, sulfure ppté...	4,5	— protochlorure...	7,10
Calcium, oxyde.....	3,15	— protosulfate...	7,56
— hydrate.....	2,08	— bichlorure.....	5,42
— chlorure anhydre....	2,21	— biiodure rouge..	6,257
— — crist.....	1,65	— — jaune..	6,060
— fluorure ppté.....	3,15	— persulfate.....	6,47
— carbonate ppté à froid	2,72	— bisulfure ppté..	7,67
— — — à chaud	2,95	Acide molybdique.....	4,39
— sulfate anhydre.....	2,97	Nickel, protoxyde.....	6,66
Chrome, oxyde.....	5,04	— sulfate crist.....	1,98
— alun potassique..	1,84	Anhydride phosphorique.	2,39
Anhydride chromique....	2,74	Acide — ...	1,884
Cobalt, oxyde anhydre...	5,68	Chloroplatinate de potass.	3,54
— peroxyde.....	5,18	— de sodium ..	2,50
Cobalticyanure de potass.	1,91	— d'ammonium.	2,98
Cuivre, oxydule.....	5,88	Plomb, protoxyde.....	9,25
— oxyde anhydre.....	6,40	— minium.....	9,07
— protosulfure ppté..	5,58	— peroxyde.,.....	8,91
— bisulfure.....	3,98	— chlorure.....	5,80
— protochlorure.....	3,53	— iodure.....	6,16
— bichlorure anhydre.	3,05	— sulfure artificiel..	7,13
— — crist....	2,50	— carbonate ppté...	6,43
— nitrate crist.....	2,05	— nitrate.....	4,41
— sulfate anhydre....	3,58	— sulfate ppté.....	6,23
— — crist.....	2,272	Potassium, hydrate.....	2,044
Étain protochlorure crist..	2,70	— chlorure.....	1,977
— protosulfure.....	5,03	— bromure.....	2,69

Potassium, iodure.....	3,07	Urane, nitrate crist.....	2,81
— fluosilicate...	2,66	Zinc, oxyde.....	5,65
— carbonate....	2,29	— chlorure.....	2,75
— chlorate.....	2.31	— sulfate anhydre.....	3,49
— perchlorate...	2,52	— — crist.....	2,015
— chromate.....	2,72		
— bichromate...	2,70	SUBSTANCES DIVERSES.	
— cyanure.....	1,52		
— ferricyanure..	1,83	Ardoise.....	2,853
— ferrocyanure .	1,91	Basalte d'Auvergne.....	2,422
— nitrate.....	2,09	Calcaire grossier.....	2,0
— permanganate	2,71	Caoutchouc.....	0,933
— sulfate.....	2,65	Granit des Vosges.....	2,716
— — (bi-)...	2,35	Grès —	2,200
— sulfocyanate..	1,89	— à pavés.....	2,416
Silice artif. calcinée	2,20	Houille compacte.....	1,33
Sodium, hydrate.....	2,13	Ivoire.....	1,917
— chlorure.....	2,10	Jayet (lignite).....	2,259
— borate crist.....	1,72	Marbre de Carrare.....	2,717
— carbonate anh.....	2.476	Pierre de liais.....	2,078
— — crist.....	1,458	— meulière.....	2.483
— — (bi-).....	2,206	— ponce.....	2,4
— nitrate.....	2,244	Poix résine.....	1,972
— nitroprussiate crist. .	1,71	Porcelaine de Sèvres.....	2,15
— phosphate bibas. crist.	1,54	— de Berlin....	2,3
— sulfate anh.....	2,655	Porphyre rouge.....	2,765
— — crist.....	1,462	Poudre de guerre.....	0,858
— — (bi-).....	2,742	Schiste.....	2,672
— tungstate crist.....	3,24	Terre arable argileuse...	1,240
Anhydride sulfurique à 25°.	1,913	Verre ordinaire.....	2,64
Strontium, hydrate crist.	1,396	— cristal.....	2,95
— nitrate.....	2,93	— flint.....	3,3

(60) *Poids d'un volume d'air humide.*

Si l'air est saturé d'humidité, son poids en grammes sera donné par la formule

$$P = V \frac{1,1922}{1 + 0,00367.t} \frac{(H - \frac{3}{8} F)}{760},$$

dans laquelle V est le volume en litres, t la température, H la pression et F la tension maxima de la vapeur d'eau à t^0 (voy. table **27**).

Si l'air n'est pas saturé, on appelle son *état hygrométrique* le rapport qui existe entre la quantité de vapeur d'eau qu'il renferme et celle qu'il renfermerait s'il était saturé; ou encore le rapport entre la tension actuelle de la vapeur d'eau qui existe dans l'air et la tension maxima de cette vapeur à la même température. Soit E ce rapport; la tension actuelle de la vapeur d'eau sera FE. C'est par cette tension qu'il faudra remplacer F dans la formule précédente pour avoir le poids d'un volume d'air humide, dont l'état hygrométrique serait E.

(61) *Densités des gaz et de quelques vapeurs.*

Gaz.	Formule.	Poids moléc.	Densité trouvée. Celle de l'air = 1.	Poids du litre à zéro et 0,76.
Oxygène	O^2	32	1,1056	1gr,430
Hydrogène	H^2	2	0,06926	0,08958
Azote	Az^2	28	0,9714	1,256
Chlore	Cl^2	71	2,47	3,18
Brome	Br^2	160	5,54	7,16
Iode	I^2	254	8,716	11,3
Mercure	Hg	200	6,976	8,9
Acide chlorhydrique	HCl	36,5	1,278	1,635
— bromhydrique	HBr	81	2,71	3,63
— iodhydrique	HI	128	4,44	5,73
— fluorhydrique	HFl	20	0,693	0,896
— sulfhydrique	H^2S	34	1,171	1,523
Ammoniaque	H^3Az	17	0,597	0,761
Hydrogène phosphoré	H^3P	34	1,214	1,52
— arsénié	H^3As	78	2,695	3,49
Protoxyde d'azote	Az^2O	44	1,527	1,971
Bioxyde d'azote	AzO	30	1,039	1,343
Acide azoteux	Az^2O^3	76	2,63	3,40
Peroxyde d'azote	AzO^2	46	1,57 à 200°	2,06
Acide sulfureux	SO^2	64	2,25	2,87
Oxyde de carbone	CO	28	0,968	1,254
Acide carbonique	CO^2	44	1,529	1,9774
— hypochloreux	Cl^2O	87	3,02	3,90
Oxychlorure de carbone	$COCl^2$	99	3,46	4,43
Chlorure de méthyle	CH^3Cl	50,5	1,738	2,261
— d'éthyle	C^2H^5Cl	64,5	2,219	2,889
— de bore	$BoCl^3$	117,5	3,94	5,26
Fluorure de bore	$BoFl^3$	68	2,31	3,05
— de silicium	$SiFl^4$	104	3,60	4,66
Méthane (gaz des marais)	CH^4	16	0,558	0,716
Éthane	C^2H^6	30	1,075	1,343
Éthylène	C^2H^4	28	0,971	1,254
Acétylène	C^2H^2	26	0,92	1,165
Cyanogène	C^2Az^2	52	1,806	2,330
Acide cyanhydrique	CAzH	27	0,948	1,210
Chlorure de cyanogène	CAzCl	61,5	2,131	2,755
Air atmosphérique		(28,9)	1,00	1,2932
Vapeur d'eau	H^2O	18	0,6235	0,806

Section X. — Densités des solutions.

Nota. Ces densités, notamment celles de Gerlach, sont généralement rapportées à l'eau à + 15°. Pour les rapporter à l'eau à + 4°, c'est-à-dire pour avoir les vraies densités à + 15° ou encore le poids à + 15° de l'unité de volume de la solution, il faut multiplier par la densité de l'eau à + 15°, c'est-à-dire par 0,99916, les nombres des tables.

(62) *Densités de mélanges d'eau et d'alcool. — Cette table, donnée par Gay-Lussac pour la graduation de son alcoomètre, diffère à peine de la table* **49**. (Voir le *Nota* de cette table.)

Alcool °/₀ en vol. à 15°, ou degrés alcoom.	Densités.	Alcool °/₀ en vol. à 15°, ou degrés alcoom.	Densités	Alcool °/₀ en vol. à 15°, ou degrés alcoom.	Densités.	Alcool °/₀ en vol. à 15°, ou degrés alcoom.	Densités.
0	1,0000	26	0,9700	52	0,9309	78	0,8699
1	0,9985	27	0,9690	53	0,9289	79	0,8672
2	0,9970	28	0,9679	54	0,9269	80	0,8645
3	0,9956	29	0,9668	55	0,9248	81	0,8617
4	0,9942	30	0,9657	56	0,9227	82	0,8589
5	0,9929	31	0,9645	57	0,9206	83	0,8560
6	0,9916	32	0,9633	58	0,9185	84	0,8531
7	0,9903	33	0,9621	59	0,9163	85	0,8502
8	0,9891	34	0,9608	60	0,9141	86	0,8472
9	0,9878	35	0,9594	61	0,9119	87	0,8442
10	0,9867	36	0,9581	62	0,9096	88	0,8411
11	0,9855	37	0,9567	63	0,9073	89	0,8379
12	0,9844	38	0,9553	64	0,9050	90	0,8346
13	0,9833	39	0,9538	65	0,9027	91	0,8312
14	0,9822	40	0,9523	66	0,9004	92	0,8278
15	0,9812	41	0,9507	67	0,8980	93	0,8242
16	0,9802	42	0,9491	68	0,8956	94	0,8206
17	0,9792	43	0,9474	69	0,8932	95	0,8168
18	0,9782	44	0,9457	70	0,8907	96	0,8128
19	0,9773	45	0,9440	71	0,8882	97	0,8086
20	0,9763	46	0,9422	72	0,8857	98	0,8042
21	0,9753	47	0,9404	73	0,8831	99	0,7996
22	0,9742	48	0,9386	74	0,8805	100	0,7947
23	0,9732	49	0,9367	75	0,8779		
24	0,9721	50	0,9348	76	0,8753		
25	0,9711	51	0,9329	77	0,8726		

Nota. Pour avoir la quantité d'alcool °/₀ *en poids* (x), d'après la quantité *en volume* déterminée à l'alcoomètre (v), on prend dans la

table la densité du mélange (D) et celle de l'alcool pur (d) et l'on effectue l'opération suivante : $x = v\frac{d}{D}$.

Pour avoir la quantité d'eau y, qui, ajoutée à 100 parties d'alcool marquant v degrés alcoométriques et possédant par conséquent la densité D, donnera un alcool marquant v' et d'une densité D', on effectuera l'opération suivante : $y = 100\left(D'\frac{v}{v'} - D\right)$. (Voyez table **66**.)

(63) *Usage de l'Hydromètre de Sykes.*

Cet instrument dont l'emploi est légal en Angleterre est un aréomètre à poids et à volume variables. C'est une boule creuse de laiton portant une tige supérieure graduée de 0 à 10 et une tige inférieure formant lest sur laquelle on peut fixer des rondelles marqués 10,20,... 90. Le nombre marqué par les rondelles doit être ajouté à celui indiqué par la graduation; ainsi supposons que l'instrument seul ou lesté avec les rondelles 10, 20, ou 30 ne plonge pas assez dans le liquide pour que la tige graduée puisse donner des indications, on fixe à l'instrument la rondelle 40 et la tige s'enfonce alors jusqu'à la division 5. Le degré lu est 45. Ce degré donne, au moyen d'une table spéciale et en tenant compte de la température, la quantité de *proof spirit* contenu dans la liqueur.

Le *Proof Spirit* (Esprit d'épreuve) est défini ainsi qu'il suit par acte du Parlement « à 51° Fahrenheit, son poids est les $\frac{12}{13}$ de celui de l'eau. à volume égal » (D = 0,92307 à 51° Fahr., ou D = 0,919 à 60° Fahr. = 15,56 centigr.).

Un liquide alcoolique est dit à 30 % *over* ou *above proof* (au-dessus de l'épreuve), si 100 volumes de cet esprit donne par dilution avec l'eau 130 volumes de *proof spirit*. Il est dit à 30 % *under* ou *below proof* (au-dessous de l'épreuve) si 100 volumes renferment 100 — 30 ou 70 volumes de proof spirit. *L'épreuve* ancienne qui a donné le nom au proof spirit consistait à allumer le liquide spiritueux sur de la poudre à canon; si à la fin de la combustion la poudre s'enflammait, l'esprit était au-dessus de l'épreuve; si l'eau de l'esprit empêchait la poudre de fuser, celui-ci était au-dessous de l'épreuve.

L'alcoomètre de Sykes doit s'enfoncer jusqu'au zéro de sa graduation dans l'alcool de densité = 0,825 à + 15°,56 cent. Cet alcool n'est pas absolu; c'est à peu près l'alcool à 40° Baumé, on l'appelle *Standard Alcohol*.

Nous ne donnons pas la table qui permet de passer des degrés lus sur l'instrument, aux *pour cent au-dessus ou au-dessous de l'épreuve*. Cette table accompagne chaque instrument. Mais voici, d'après le docteur Ure, la correspondance de ces *pour cent*, qui sont très-usités dans le commerce, avec les densités (à 15°,5 cent., celle de l'eau à 15°,5 étant 1).

(64) *Conversion des densités des alcools en degrés* Over *ou* under proof.

Over proof.	Densité.	Over proof.	Densité.	Under proof	Densité.
67 o/o	0,8156	28,0	0,8825	8,0	0,9295
65,0	0,8199	27,0	0,8840	9.0	0,9306
64,6	0,8221	26,0	0,8854	10,0	0,9318
63,1	0,8238	25,0	0,8869	11,0	0,9329
62,0	0,8259	24,0	0,8883	12,1	0,9341
61,1	0,8277	23,0	0,8897	13,1	0,9353
60,0	0,8298	21,9	0,8912	14,2	0,9364
59,1	0,8315	20,9	0,8926	15,3	0,9376
58,0	0,8336	19,9	0,8940	16,0	0,9384
57,1	0,8354	19.1	0,8951	17,1	0,9396
56,0	0,8376	18,0	0,8966	18,2	0,9407
55,0	0,8366	16,9	0,8981	19,3	0,9419
54,1	0,8413	15,9	0,8996	20,0	0,9426
53,1	0,8431	15,0	0,9008	21,2	0,9437
52,1	0,8448	13,9	0,9023	22,2	0,9448
51,1	0,8465	13,1	0,9034	23,1	0,9456
50,1	0,8482	12	0,9049	23,9	0,9464
49,1	0,8499	11,1	0,9060	25,1	0,9476
48,0	0,8516	10	0,9075	26,3	0,9488
47,0	0,8533	8,9	0,9089	27,1	0,9496
46,0	0,8550	8,0	0,9100	28,0	0,9503
45,0	0,8566	7,1	0,9111	29,2	0,9515
43,9	0,8583	5,9	0,9126	30,1	0,9522
43.1	0,8597	5,0	0,9137	35,1	0,9565
42,0	0,8615	3,9	0,9152	40,1	0,9603
41,1	0,8629	3,0	0,9163	45,0	0,9638
40	0,8646	1,9	0,9178	50,3	0,9674
39,1	0,8660	1,0	0,9189	54,8	0,9701
38,0	0,8678	Proof spirit	0,9200	60,4	0,9734
37,1	0,8692			65,3	0,9762
35,9	0,8709	Under proof		70,1	0,9790
35,0	0,8723	1,3 °/o	0,9214	75,4	0,9822
34,1	0,8737	2,2	0,9226	80,4	0,9854
32,9	0,8755	3,1	0,9237	85,2	0,9886
32,0	0,8769	4,0	0,9248	90,2	0,9922
31,0	0,8783	5,0	0,9259	95,4	0,9962
30,0	0,8797	6.0	0,9270	100	1,000
29,0	0,8811	7,0	0,9282		

(65) *Alcoomètre de Tralles.*

Cet instrument donne à + 15°,56 cent. la richesse alcoolique en volume des liquides spiritueux. Il diffère à peine de celui de Gay-Lussac. Soit T le degré Tralles et D la densité à 15°,56 on a :

T = 0	D = 0,9991	T = 50	D = 0,9335	T = 85	D = 0,8488
10	0,9857	60	0,9126	90	0,8332
20	0,9751	70	0,8892	95	0,8157
30	0,9646	75	0,8765	100	0,7939
40	0,9510	80	0,863:		

(66) *Quantité d'eau à ajouter à un alcool de titre donné.*

	90 °/o Alcool.	85 °/o Alcool.	80 °/o Alcool.	75 °/o Alcool.	70 °/o Alcool.	65 °/o Alcool.	60 °/o Alcool.	55 °/o Alcool.	50 °/o Alcool.
85	6,56								
80	13,79	6,83							
75	21,89	14,48	7,20						
70	31,10	23,14	15,35	7,64					
65	41,53	33,03	24,66	16,37	8,15				
60	53,65	44,48	35,44	26,47	17,58	8,76			
55	67,87	57,90	48,07	38,32	28,63	19,02	9,47		
50	84,71	73,90	63,04	52,43	41,73	31,25	20,47	10,35	
45	105,34	93,30	81,38	69,54	57,78	46,09	34,46	22,90	11,41
40	130,80	117,34	104,01	90,76	77,58	64,48	51,43	38,46	25,55
35	163,28	148,01	132,88	117,82	102,84	87,93	70,08	58,31	43,59
30	206,22	188,57	171,05	153,53	136,34	118,94	101,71	84,54	67,45
25	266,12	245,15	224,30	203,61	182,83	162,21	141,65	121,16	100,73
20	355,80	329,84	304,01	278,26	252,58	226,98	201,43	175,96	150,55
15	505,27	471,00	436,85	402,81	368,83	334,91	301,07	267,29	233,64
10	804,50	753,65	702,89	652,21	601,60	551,06	500,50	450,19	399,85

Exemple : Pour ramener un alcool de 80 pour 100 (en vol.) au titre de 40 pour 100, on cherche dans la colonne verticale correspondant à 80 pour 100 le nombre correspondant à la ligne horizontale 40 ; on trouve 104. Donc à 100 vol. alcool 80 pour 100, il faut ajouter 104 volumes d'eau pour obtenir de l'alcool à 40 pour 100.

(67) *Densités des mélanges d'alcool* (D = 0,809) *et d'éther.*

Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.	Alcool °/o en poids.	Densités.
0	0,729	30	0,756	60	0,779	90	0,801
10	0,737	40	0,765	70	0,786	100	0,809
20	0,747	50	0,772	80	0,798		

(68) *Densités à + 9°*
des mélanges d'alcool méthylique et d'eau (H. DEVILLE).

Densités.	Alcool méthylique. °/o	Densités.	Alcool méthylique. °/o	Densités.	Alcool méthylique. °/o	Densités.	Alcool méthylique. °/o
0,9857	5	0,9576	30	0,9072	60	0,8374	90
0,9754	10	0,9429	40	0,8873	70	0,8070	100
0,9709	20	0,9232	50	0,8619	80		

(69) *Densités à + 15° de solutions d'acide azotique donnant leur richesse en acide* ($AzHO^3$) *ou en anhydride azotique* (Az^2O^5) °/o.

Densités.	Degrés de l'aréomètre Baumé.	Composition.	Eau °/o.	Acide réel °/o. ($AzHO^3$).	Anhydride azotique °/o. (Az^2O^5).	Point d'ébullition.
1,522	49,3	$AzHO^3$	»	100,00	85,8	86°
1,486	46,5	+1/2 H^2O	11,25	88,75	75,1	99
1,452	45,	H^2O	22,22	77,78	66,7	115
1,420	42,6	3/2 H^2O	30,00	70,00	60,1	123
1,390	40,40	2 H^2O	36,36	63,64	54,5	119
1,364	38,20	5/2 H^2O	41,67	58,33	50,1	117
1,338	36,5	3 H^2O	46,16	53,84	46,2	
1,315	34,5	7/2 H^2O	50,00	50,00	42,9	113
1,297	33,2	4 H^2O	53,33	46,67	40,1	
1,277	31,4	9/2 H^2O	56,25	43,75	37,6	
1,260	29,7	5 H^2O	58,82	41,18	35,4	
1,245	28,4	11/2 H^2O	61,11	38,89	33,4	
1,232	27,2	6 H^2O	63,16	36,84	31,6	
1,219	25,8	13/2 H^2O	65,00	35,00	30,1	
1,207	24,7	7 H^2O	66,67	33,33	28,6	108
1,197	23,8	15/2 H^2O	68,18	31,82	27,3	
1,188	22,9	8 H^2O	69,56	30,44	26,1	
1,180	22,0	17/2 H^2O	70,83	29,17	25,0	
1,173	21,0	9 H^2O	72,00	28,00	24,0	
1,166	20,4	19/2 H^2O	73,08	26,92	23,1	
1,160	19,9	10 H^2O	74,07	25,93	22,2	
1,155	19,3	21/2 H^2O	75,00	25,00	21,4	envir. 104°

(70) *Densités à 15° de l'acide azotique* (J. Kolb).

Degrés Baumé.	Densités.	AzO^3H °/.	Az^2O^5 °/.	Degrés Baumé.	Densités.	AzO^3H °/.	Az^2O^5
1	1,007	1,5	1,3	27	1,231	37,0	31,7
2	014	2,6	2,2	28	242	38,6	33,1
3	022	4,0	3.4	29	252	40,2	34,5
4	029	5,1	4,4	30	261	41,5	35,6
5	036	6,3	5,4	31	275	43,5	37,3
6	044	7,6	6,5	32	286	45,0	38,6
7	052	9,0	7,7	33	298	47,1	40,4
8	060	10,2	8,7	34	309	48,6	41,7
9	067	11,4	9,8	35	321	50,7	43,5
10	075	12,7	10,9	36	334	52,9	45,3
11	083	14,0	12,0	37	346	55,0	47,1
12	091	15,3	13,1	38	359	57,3	49,1
13	100	16,8	14,4	39	372	59,6	51,1
14	108	18,0	15,4	40	384	61,7	52,9
15	116	19,4	16,6	41	398	64,5	55,3
16	125	20,8	17,8	42	412	67,5	57,9
17	134	22,2	19,0	43	426	70,6	60,5
18	143	23,6	20,2	44	440	74,4	63,8
19	152	24,9	21,3	45	454	78,4	67,2
20	161	26,3	22,5	46	470	83,0	71,1
21	171	27,8	23,8	47	485	87,1	74,7
22	180	29,2	25,0	48	501	92,6	79,4
23	190	30,7	26,3	49	516	96,0	82,3
24	199	32,1	27,5	49,5	524	98,0	84,0
25	210	33,8	28,9	49,9	530	100,0	85,7
26	221	35,5	30,4				

(71) *Densités des solutions d'acide sulfureux donnant leur richesse en gaz sulfureux* (H. Schiff).

Densités.	SO^2 °/..	Densités.	SO^2 °/°.	Densités.	SO^2 °/..
1,0049	2	1,0278	10	1,0553	18
1,0102	4	1,0343	12	1,0629	20
1,0158	6	1,0410	14		
1,0217	8	1,0480	16		

(72) *Densités de l'eau bromée.*

Densités.	Br °/..	Densités.	Br °/..	Densités.	Br °/..
1,009	1,02	1,015	1,87	1,018	2,09
1,012	1,23	1,016	1,95	1,024 (satur.)	3,17

(73) *Densités de l'acide chlorhydrique* (J. Kolb).

100 p. d'acide à 15° correspondent à

Degrés Baumé.	Densités.	HCl gaz °/₀ d'acide.	Acide à 20° B°.	Acide à 22° B°.	Degrés Baumé.	Densités.	HCl gaz °/₀ d'acide.	Acide à 20° B°.	Acide à 22° B°.
1	1,007	1,5	4,7	4,2	17	1,134	26,6	83,3	74.5
2	014	2,9	9,0	8,1	18	143	28.4	88,9	79,5
3	023	4,5	14,1	12,6	19	152	30,2	94,5	84,6
4	029	5,8	18,1	16,2	19,5	157	31,2	97,7	87,4
5	036	7,3	22,8	20,4	20	161	32,0	100,0	89,6
6	044	8,9	27,8	24,4	20,5	166	33,0	103,3	92,4
7	052	10,4	32,6	29.1	21	171	33,9	106,1	94,9
8	060	12,0	37,6	33,6	21,5	175	34,7	108,6	97,2
9	067	13,4	41,9	37,5	22	180	35,7	111,7	100,0
10	075	15,0	46,9	42,0	22,5	185	36,8	115,2	103,0
11	083	16,5	51,6	46,2	23	190	37,9	118,6	106,1
12	091	18,1	56,7	50,7	23,5	195	39,0	122.0	109,2
13	100	19,9	62,3	55,7	24	199	39,8	124,6	111,4
14	108	21,5	67,3	60,2	24,5	205	41,2	130,0	115.4
15	116	23,1	72,3	64,7	25	210	42,4	132,7	119,0
16	125	24,8	77,6	69,4	25,5	212	42,9	134,3	120,1

Les degrés Twaddle donnent directement, à très peu de chose près, la richesse °/₀ en acide chlorhydrique.

(74) *Densités à + 15° des solutions d'acide formique, donnant leur richesse en acide.*

Densités.	CH^2O^2.	Densités.	CH^2O^2.	Densités.	CH^2O^2.
1,025	10	1,124	50	1,201	90
1,053	20	1,142	60	1,223	100
1,080	30	1,161	70		
1,105	40	1,180	80		

(75) *Densités de l'eau de Javel; l'eau-forte du commerce = 18° Baumé. Si on l'additionne pour 100 p. de n parties d'eau, elle marque :*

n.	Degr. Baumé	*n*	Degr. Baumé	*n.*	Degr. Baumé.
25	14°	50	11°,9	150	7°,0
30	13,3	75	11 ,0	175	6 ,2
36	12,6	100	8 ,8	200	5 ,5
42	12,2	125	7 ,7		

(76) *Densités des solutions aqueuses d'acide sulfurique à + 15°* (J. Kolb).

Degrés Baumé.	Densités.	100 parties en poids contiennent				1 litre contient en kilogr.			
		SO^3 p. 100.	H^2SO^4 p. 100.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.	SO^3.	H^2SO^4.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.
0	1,000	0,7	0,9	1,2	1,3	0,007	0,009	0,012	0,013
1	1,007	1,5	1,9	2,4	2,8	0,015	0,019	0,024	0,028
2	1,014	2,3	2,8	3,6	4,2	0,023	0,028	0,036	0,042
3	1,022	3,1	3,8	4,9	5,7	0,032	0,039	0,050	0,058
4	1,029	3,9	4,8	6,1	7,2	0,040	0,049	0,063	0,074
5	1,037	4,7	5,8	7,4	8,7	0,049	0,060	0,077	0,090
6	1,045	5,6	6,8	8,7	10,2	0,059	0,071	0,091	0,107
7	1,052	6,4	7,8	10,0	11,7	0,067	0,082	0,105	0,123
8	1,060	7,2	8,8	11,3	13,1	0,076	0,093	0,120	0,139
9	1,067	8,0	9,8	12,6	14,6	0,085	0,105	0,134	0,156
10	1,075	8,8	10,8	13,8	16,1	0,095	0,116	0,148	0,173
11	1,083	9,7	11,9	15,2	17,8	0,105	0,129	0,165	0,193
12	1,091	10,6	13,0	16,7	19,4	0,116	0,142	0,182	0,211
13	1,100	11,5	14,1	18,1	21,0	0,126	0,155	0,199	0,231
14	1,108	12,4	15,2	19,5	22,7	0,137	0,168	0,216	0,251
15	1,116	13,2	16,2	20,7	24,2	0,147	0,181	0,231	0,270
16	1,125	14,1	17,3	22,2	25,8	0,159	0,195	0,250	0,290
17	1,134	15,1	18,5	23,7	27,6	0,172	0,210	0,269	0,313
18	1,142	16,0	19,6	25,1	29,2	0,183	0,224	0,287	0,333
19	1,152	17,0	20,8	26,6	31,0	0,196	0,233	0,306	0,357
20	1,162	18,0	22,2	28,4	33,1	0,209	0,258	0,330	0,385
21	1,171	19,0	23,3	29,8	34,8	0,222	0,273	0,349	0,407
22	1,180	20,0	24,5	31,4	36,6	0,236	0,289	0,370	0,432
23	1,190	21,1	25,8	33,0	38,5	0,251	0,307	0,393	0,458
24	1,200	22,1	27,1	34,7	40,5	0,265	0,325	0,416	0,486
25	1,210	23,2	28,4	36,4	42,4	0,281	0,344	0,440	0,513
26	1,220	24,2	29,6	37,9	44,2	0,295	0,361	0,463	0,539
27	1,231	25,3	31,0	39,7	46,3	0,311	0,382	0,489	0,570
28	1,241	26,3	32,2	41,2	48,1	0,326	0,400	0,511	0,597
29	1,252	27,3	33,4	42,8	49,9	0,342	0,418	0,536	0,625
30	1,263	28,3	34,7	44,4	51,8	0,357	0,438	0,561	0,654
31	1,274	29,4	36,0	46,1	53,7	0,374	0,459	0,587	0,684
32	1,285	30,5	37,4	47,9	55,8	0,392	0,481	0,616	0,717
33	1,297	31,7	38,8	49,7	57,9	0,411	0,503	0,645	0,751

Degrés Baumé.	Densités.	100 parties en poids contiennent				1 litre contient en kilogr.			
		SO^3 p. 100.	H^2SO^4 p. 100.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.	SO^3.	H^2SO^4.	Acide à 60° Baumé.	Acide à 53° Baumé.
34	1,308	32,8	40,2	51,1	60,0	0,429	0,526	0,674	0,785
35	1,320	33,8	41,6	53,3	62,1	0,447	0,549	0,704	0,820
36	1,332	35,1	43,0	55,1	64,2	0,468	0,573	0,734	0,856
37	1,345	36,2	44,4	56,9	66,3	0,487	0,597	0,765	0,892
38	1,357	37,2	45,5	58,3	67,9	0,505	0,617	0,791	0,921
39	1,370	38,3	46,9	60,0	70,0	0,525	0,642	0,822	0,959
40	1,383	39,5	48,3	61,9	72,1	0,546	0,668	0,856	0,997
41	1,397	40,7	49,8	63,8	74,3	0,569	0,696	0,891	1,038
42	1,410	41,8	51,2	65,6	76,4	0,589	0,722	0,925	1,077
43	1,424	42,9	52,8	67,4	78,5	0,611	0,749	0,960	1,108
44	1,438	44,1	54,0	69,1	80,6	0,634	0,777	0,994	1,159
45	1,453	45,2	55,4	70,9	82,7	0,657	0,805	1,030	1,202
46	1,468	46,4	56,9	72,9	84,9	0,681	0,835	1,070	1,246
47	1,483	47,6	58,3	74,7	87,0	0,706	0,864	1,108	1,290
48	1,498	48,7	59,6	76,3	89,0	0,730	0,893	1,143	1,330
49	1,514	49,8	61,0	78,1	91,0	0,754	0,923	1,182	1,378
50	1,530	51,0	62,5	80,0	93,3	0,780	0,956	1,224	1,427
51	1,540	52,2	64,0	82,0	95,5	0,807	0,990	1,268	1,477
52	1,563	53,5	65,5	83,9	97,8	0,836	1,024	1,311	1,529
53	1,580	54,9	67,0	85,8	100,0	0,867	1,059	1,355	1,580
54	1,597	56,0	68,6	87,8	102,4	0,894	1,095	1,402	1,636
55	1,615	57,1	70,0	89,6	104,5	0,922	1,131	1,447	1,688
56	1,634	58,4	71,6	91,7	106,9	0,954	1,170	1,499	1,747
57	1,652	59,7	73,2	93,7	109,2	0,986	1,210	1,548	1,804
58	1,672	61,0	74,7	95,7	111,5	1,019	1,248	1,599	1,863
59	1,691	62,4	76,4	97,8	114,0	1,055	1,292	1,654	1,928
60	1,711	63,8	78,1	100,0	116,6	1,092	1,336	1,711	1,995
61	1,732	65,2	79,9	102,3	119,2	1,129	1,384	1,772	2,065
62	1,753	66,7	81,7	104,6	121,9	1,169	1,432	1,838	2,137
63	1,774	68,7	84,1	107,7	125,5	1,219	1,492	1,911	2,226
64	1,796	70,6	86,5	110,8	129,1	1,268	1,554	1,990	2,319
65	1,819	73,2	89,7	114,8	138,8	1,332	1,632	2,088	2,434
66	1,842	81,6	100,0	128,0	149,3	1,523	1,842	2,358	2,750

(77) *Densité de l'acide sulfurique fumant* (A. WINKLER).

Cette table donne : la teneur en SO^3 total ; la quantité d'anhydride sulfurique en excès sur l'acide sulfurique normal SO^4H^2, et qui se dégage du mélange par la distillation ; la quantité d'acide normal SO^4H^2 et la quantité d'acide à 66° B contenues dans 100 p. d'acide fumant, le reste étant compté comme anhydride sulfurique.

L'auteur considère l'acide sulfurique à 66° B comme contenant seulement 92,25 pour 100 d'acide normal SO^4H^2, chiffre très différent de ceux des tables **63** et **65** ; ce résultat se rapproche beaucoup des indications de Marignac; mais, d'après cet auteur, l'acide normal a pour densité à 20° 1,838, tandis que Winkler trouve 1,857.

Densité à 20°.	SO^3 total.	100 p. renferment		
		SO^3 volatil.	SO^4H^2.	Acide à 66° B.
1,835	75,31		92,25	100
1,840	77,38		94,79	91,61
1,845	79,28		97,11	83,92
1,850	80,01		98,01	80,91
1,855	80,95		99,16	77,15
1,860	81,84	1,54	98,46	73,55
1,865	82,12	2,66	97,34	72,43
1,870	82,41	4,28	95,76	71,24
1,875	82,63	5,44	94,56	70,05
1,880	82,81	6,42	93,58	69,62
1,885	82,97	7,29	92,71	68,97
1,890	83,13	8,16	91,94	68,23
1,895	83,43	9,34	90,66	67,48
1,900	83,48	10,07	89,93	66,91
1,905	83,57	10,56	89,44	66,34
1,910	83,73	11,43	88,57	65,91
1,915	84,08	13,33	86,67	64,48
1,920	84,56	15,95	84,05	62,73
1,925	85,06	18,67	81,33	60,51
1,930	85,57	21,34	78,66	58,44
1,935	86,23	25,65	74,35	55,77
1,940	86,78	28,03	71,97	53,54
1,945	87,13	29,94	70,06	52,12
1,950	87,41	31,46	68,54	50,99
1,955	87,65	32,77	67,23	50,02
1,960	88,22	35,87	64,13	47,71
1,965	88,92	39,68	60,32	44,87
1,970	89,83	44,64	55,36	41,19

(78) *Densités à + 15° des solutions d'acide sulfurique, donnant leur richesse en acide et en anhydride sulfurique* (BINEAU. — Calcul par OTTO).

Densités.	SO^4H^2 °/₀.	SO^3 °/₀.	Densités.	SO^4H^2 °/₀.	SO^3 °/₀.
1,8426	100	81,63	1,501	60	48,98
1,842	99	80,81	1,490	59	48,16
1,8406	98	80,00	1,480	58	47,34
1,840	97	79,18	1,469	57	46,53
1,8384	96	78,36	1,4586	56	45,71
1,8376	95	77,55	1,448	55	44,89
1,8356	94	76,73	1,438	54	44,07
1,834	93	75,91	1,428	53	43,26
1,831	92	75,10	1,418	52	42,45
1,827	91	74,28	1,408	51	41,63
1,822	90	73,47	1,398	50	40,81
1,816	89	72,65	1,3886	49	40,00
1,809	88	71,83	1,379	48	39,18
1,802	87	71,02	1,370	47	38,36
1,794	86	70,10	1,361	46	37,55
1,786	85	69,38	1,351	45	36,73
1,777	84	68,57	1,342	44	35,82
1,767	83	67,75	1,333	43	35,10
1,756	82	66,94	1,324	42	34,28
1,745	81	66,12	1,315	41	33,47
1,734	80	65,30	1,306	40	32,65
1,722	79	64,48	1,2976	39	31,83
1,710	78	63,67	1,289	38	31,02
1,698	77	62,85	1,281	37	30,20
1,686	76	62,04	1,272	36	29,38
1,675	75	61,22	1,264	35	28,57
1,663	74	60,40	1,256	34	27,75
1,651	73	59,59	1,2476	33	26,94
1,639	72	58,77	1,239	32	26,12
1,627	71	57,95	1,231	31	25,30
1,615	70	57,14	1,223	30	24,49
1,604	69	56,32	1,215	29	23,67
1,592	68	55,59	1,2066	28	22,85
1,580	67	54,69	1,198	27	22,03
1,568	66	53,87	1,190	26	21,22
1,557	65	53,05	1,182	25	20,40
1,545	64	52,24	1,174	24	19,58
1,534	63	51,42	1,167	23	18,77
1,523	62	50,61	1,159	22	17,95
1,512	61	49,79	1,1516	21	17,14

Densités.	SO^4H^2 °/..	SO^3 °/..	Densités.	SO^4H^2 °/..	SO^3 °/..
1,144	20	16,32	1,068	10	8,16
1,136	19	15,51	1,061	9	7,34
1,129	18	14,69	1,0536	8	6,53
1,121	17	13,87	1,0464	7	5,71
1,1136	16	13,06	1,039	6	4,89
1,106	15	12,24	1,032	5	4,08
1,098	14	11,42	1,0256	4	3,26
1,091	13	10,61	1,019	3	2,445
1,083	12	9,79	1,013	2	1,63
1,0756	11	8,98	1,0064	1	0,816

(79) *Densités à 15° des solutions d'acides fluosilicique* (H^2SiFl^6), *bromhydrique, iodhydrique, iodique et arsénique.*

°/. de solution.	H^2SiFl^6.	HBr	HI	I^2O^5	AsO^3H^3.	As^2O^5 équiv.
5	1,0407	1,038	1,045	1,0203	1,0337	4,05
10	1,0834	1,077	1,091	1,0525	1,0690	8,10
15	1,1281	1,117	1,138	1,1223	1,1061	12,15
20	1,1748	1,159	1,187	1,2093	1,1457	16.20
25	1,2235	1,204	1,239	1,2773	1,1882	20,25
30	1,2742	1,252	1,296	1,3484	1,2342	24,30
35	(1)	1,305	1,361	1,4428	1,2840	28,35
40		1,365	1,438	1,5371	1,3382	32,40
45		1,445	1,553	1,6315	1,3973	36,45
50		1,515	1,650	1,7256	1,4617	40,50
55		(2)	(3)	1,8689	1,5320	44,55
60				1,9954	1,6086	48,60
65				2,1209	1,6919	52,65
70					1,7827	56,70

(1) A 34 °/.., densité = 1,3162.

(2) La solution saturée a pour densité 1,78 et renferme 82 °/. de gaz, ou 1gr,46 HBr par centimètre cube. L'hydrate défini renferme environ 49 °/. de gaz et bout à 126°.

(3) La solution saturée a pour densité à 14°, 2,026 ; elle renferme sur 100gr. 67gr,1 de gaz et sur 100 cent. cub. 136gr de gaz.

L'hydrate stable bout à 126°, a pour densité 1,70 et renferme 57 °/. de gaz, soit 0gr,95 de gaz par centimètre cube.

(80) *Densités à + 17° des solutions d'acide iodique donnant leur richesse en acide iodique* (aq = H^2O).

Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.	Densités.	$IO^3H + n$ aq.
1,6609	$IO^3H + 10$aq	1,1945	$IO^3H + 40$aq	1,0512	$IO^3H + 160$aq
1,3660	» + 20	1,1004	» + 80	1,0258	» + 320

(81) *Densités à + 17° des solutions d'acide periodique donnant leur richesse en acide periodique* (aq = H^2O).

Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.	Densités.	$IO^6H^5 + n$ aq.
1,4008	$IO^6H^5 + 20$aq	1,1121	$IO^6H^5 + 80$aq	1,0288	$IO^6H^5 + 320$aq
1,2465	» + 40	1,0570	» + 160		

(82) *Densités à + 15° des solutions d'acide phosphorique, donnant leur richesse en acide et en anhydride phosphorique* (WATTS).

Densités.	PO^4H^3 °/₀.	P^2O^5 °/₀.	Densités.	PO^4H^3 °/₀.	P^2O^5 °/₀.
1,476	64,04	47,10	1,236	37,69	27,30
1,442	60,90	44,13	1,197	32,10	23,23
1,418	58,22	42,61	1,162	27,24	19,73
1,384	55,40	40,12	1,136	23,41	16,95
1,356	52,46	38,00	1,109	18,30	13,25
1,328	50,93	36,15	1,066	11,91	8,62
1,293	45,05	32,71	1,031	5,73	4,15
1,268	41,60	30,13	1,006	1,10	0,79

H. Schiff donne une autre table qui conduit à la formule :

$$D = 1 + 0{,}00537p + 0{,}00002886p^2 + 0{,}00000006p^3,$$

où D est la densité de la solution et p le poids de PO^4H^3 pour 100

(83) *Densités des solutions d'acide cyanhydrique donnant leur richesse en acide cyanhydrique* (URE).

Densités.	HCy °/₀.	Densités.	HCy °/₀.	Densités.	HCy °/₀.
0,9979	1,60	0,9923	5,00	0,9815	9,1
0,9974	2,00	0,9890	6,4	0,9768	10,6
0,9958	3,00	0,9870	7,3	0,9570	16,0
0,9940	4,00	0,9840	8,00		

(84) *Densités à + 15° des solutions d'acide acétique donnant leur richesse en acide acétique cristallisable* (OUDEMANS).

Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀	Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀	Densités.	$C^2H^4O^2$ °/₀
1,0007	1	1,0470	35	1,0729	69
1,0022	2	1,0481	36	1,0733	70
1,0037	3	1,0492	37	1,0737	71
1,0052	4	1,0502	38	1,0740	72
1,0067	5	1,0513	39	1,0742	73
1,0083	6	1,0523	40	1,0744	74
1,0098	7	1,0533	41	1,0746	75
1,0113	8	1,0543	42	1,0747	76
1,0127	9	1,0552	43	1,0748	77
1,0142	10	1,0562	44	*idem*	78
1,0157	11	1,0571	45	*idem*	79
1,0171	12	1,0580	46	*idem*	80
1,0185	13	1,0589	47	1,0747	81
1,0201	14	1,0598	48	1,0746	82
1,0214	15	1,0607	49	1,0744	83
1,0228	16	1,0615	50	1,0742	84
1,0242	17	1,0623	51	1,0739	85
1,0256	18	1,0631	52	1,0736	86
1,0270	19	1,0638	53	1,0731	87
1,0284	20	1,0646	54	1,0726	88
1,0298	21	1,0653	55	1,0720	89
1,0311	22	1,0660	56	1,0713	90
1,0324	23	1,0666	57	1,0705	91
1,0337	24	1,0673	58	1,0695	92
1,0350	25	1,0679	59	1,0686	93
1,0363	26	1,0685	60	1,0674	94
1,0375	27	1,0691	61	1,0660	95
1,0388	28	1,0697	62	1,0644	96
1,0400	29	1,0702	63	1,0625	97
1,0412	30	1,0707	64	1,0604	98
1,0424	31	1,0712	65	1,0580	99
1,0436	32	1,0717	66	1,0553	100
1,0447	33	1,0721	67		
1,0459	34	1,0725	68		

Nota. Toutes les densités supérieures à 1,0553 correspondent à *deux* solutions de richesse très différente (65 et 90 pour 100 par exemple). Pour savoir si l'on a affaire à un mélange plus riche que celui qui correspond à la densité maxima (78 pour 100), il suffit d'ajouter un peu d'eau : la densité doit alors s'élever. C'est le contraire qui arrive si la quantité d'acide réel est inférieure à 78 pour 100.

...

(85) *Densités des solutions alcalines.*

°/₀.	AzH^3.	KHO.	NaHO.	°/₀.	KHO.	NaHO.
1	0,9959	1,009	1,012	36	1,361	1,395
2	9915	017	024	37	374	405
3	9873	025	035	38	387	415
4	9831	033	046	39	400	426
5	9790	041	058	40	412	437
6	9740	049	070	41	425	447
7	9709	058	081	42	438	457
8	9670	065	092	43	450	468
9	9631	074	103	44	462	478
10	9593	083	115	45	475	488
11	9556	092	126	46	488	499
12	9520	101	137	47	499	509
13	9484	110	148	48	511	519
14	9449	119	159	49	525	529
15	9414	128	170	50	539	540
16	9380	137	181	51	552	550
17	9347	146	192	52	565	560
18	9314	155	202	53	578	570
19	9283	166	213	54	590	580
20	9251	177	225	55	604	591
21	9221	188	236	56	618	601
22	9191	198	247	57	630	611
23	9162	209	258	58	642	622
24	9133	220	269	59	655	633
25	9106	230	279	60	667	643
26	9078	241	290	61	681	654
27	9052	252	300	62	695	664
28	9026	264	310	63	705	674
29	9001	276	321	64	718	684
30	8976	288	332	65	729	695
31	8953	300	343	66	740	705
32	8929	311	353	67	754	715
33	8907	324	363	68	768	726
34	8885	336	374	69	780	737
35	8864	349	384	70	790	748

Pour avoir les oxydes anhydres, multiplier le poids de KHO par 0,8393 et celui de NaHO par 0,775.

(86) *Densités des laits de chaux.*

Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres	Degrés Baumé.	Densités.	CaO dans 100 k.	CaO dans 100 litres
10	1,074	10,6	13,3	22	1,180	16,5	24.0
12	1,091	11,6	15,2	24	1,199	17,2	25,3
14	1,107	12,7	17,0	26	1,220	17,8	26,3
16	1,125	13,7	18,9	28	1,241	18,3	27,0
18	1,142	14,7	20,7	30	1,262	18,7	27,7
20	1,161	15,7	22,4				

(87) *Densités à 15° des solutions d'acides tartrique et citrique, donnant leur richesse en acide* (GERLACH).

Densités.	$C^4H^6O^6$ °/.	Densités.	$C^4H^6O^6$ °/.	Densités.	$C^4H^6O^6$ °/.
1,0090	2	1,1072	22	1,2198	42
1,0179	4	1,1175	24	1,2317	44
1,0273	6	1,1282	26	1,2441	46
1,0371	8	1,1393	28	1,2568	48
1,0469	10	1,1505	30	1,2696	50
1,0565	12	1,1615	32	1,2828	52
1,0661	14	1,1726	34	1,2961	54
1,0761	16	1,1840	36	1,3093	56
1,0865	18	1,1959	38	1,3220	(saturé) 57,9
1,0969	20	1,2078	40		

Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités.	$C^6H^8O^7+H^2O$.	Densités	$C^6H^8O^7+H^2O$.
1,0074	2	1,1060	26	1,2204	50
1,0149	4	1,1152	28	1,2307	52
1,0227	6	1,1244	30	1,2410	54
1,0309	8	1,1333	32	1,2514	56
1,0392	10	1,1422	34	1,2627	58
1,0470	12	1,1515	36	1,2738	60
1,0549	14	1,1612	38	1,2849	62
1,0632	16	1,1709	40	1,2960	64
1,0718	18	1,1814	42	1,3071	66
1,0805	20	1,1899	44	1,3076	(saturé) 66,1
1,0889	22	1,1998	46		
1,0972	24	1,2103	48		

(88) *Densités à + 15° des solutions aqueuses de glycérine, donnant leur richesse en glycérine* (LENZ, 1880).

$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.	$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.	$C^3H^8O^3$ °/₀.	Densité.
5	1,0123	50	1,1320	84	1,2265
10	1,0245	55	1,1455	86	1,2318
15	1,0374	60	1,1582	88	1,2372
20	1,0498	65	1,1733	90	1,2425
25	1,0635	70	1,1889	92	1,2478
30	1,0771	75	1,2016	94	1,2531
35	1,0907	78	1,2106	96	1,2584
40	1,1045	80	1,2159	98	1,2637
45	1,1183	82	1,2212	100	1,2691

(89) *Densités de solutions acides et salines diverses.*

Sel °/₀ de solution.	Acide oxaliq. cristall. à 15°.	Acide tannique (de galle) à 15°.	Alun d'amm. crist. à 17°5.	Alun de potass. crist. à 17°5	Carbon. de sod. anhydre à 15°.	Chlor. de potass. $KClO^3$ à 19°5.	Nitr. de potass. $KAzO^3$ à 15°.	Sulf. de potass. K^2SO^4 à 15°.	Sulfate de sod. anhydre à 19°.
1	1,0032	1,0040	1,0060	1,0065	1,0105	1,007	1,0064	1,0082	1,0091
2	0064	0080	0109	0110	0210	014	0128	0163	0182
3	0096	0120	0156	0160	0315	026	0192	0245	0274
4	0128	0160	0200	0218	0420	033	0257	0328	0365
5	0160	0201	0255	0269	0525	039	0321	0410	0457
6	0182	0242	0305	0320	0631		0387	0495	0550
7	0204	0283			0737		0453	0579	0644
8	0226	0325		0445	0843		0520	0664	0737
9	0248	0367			0950		0586	0750	0832
10	0271	0409			1057		0652	(4)	0927
11	0289				1165		0721		1025
12	0309			0635	1274		0790		(5)
13	(1)			0690	1384		0860		
14					1495		0929		
15					(2)		0998		
16							1070		
17							1143		
18							1215		
19							1287		
20							1360		
							(3)		

(1) Solution saturée, D = 1,032 ; 12,6 °/₀ d'acide ($C^2H^2O^4$ + 2 aq). — (2) Solut. sat., 14,35 °/₀ de sel, CO^3Na^2 ; D = 1,1536 ; multiplier par 2,698 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq. — (3) Solut sat., 21,07 °/₀ de sel, D = 1,1436. — (4) Solut. sat., 9,92 °/₀ de sel, D = 1,08305. — (5) Solut. sat., 11,95 °/₀ de sel, Na^2SO^4, D = 1,1117 ; multiplier par 2,268 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq.

Sel °/₀	Chlor. d'ammonium à 15°.	Chlorure de potass. à 15°.	Chlorure de sodium à 15°.	Carbonate de potass. à 15°.	Bioxalate de potassium.	Bichr. de potass. à 20°.	Émétique.	Sel °/₀	Carbonate de potass. (Suite.)
1	1,0032	1,0065	1,0072	1,0094	1,0055	1,007	1,007	27	1,2679
2	0063	0130	0145	0183	0110	015	012	28	2789
3	0095	0195	0217	0274	0164	022	018	29	2900
4	0126	0260	0290	0366	0218	029	027	30	3010
5	0158	0325	0362	0457	0271	037	035	31	3126
6	0188	0392	0436	0551		043	041	32	3242
7	0218	0458	0511	0645		050		33	3358
8	0248	0525	0585	0740		056		34	3473
9	0278	0591	0659	0834		065		35	3588
10	0308	0658	0733	0928		073		36	3708
11	0337	0727	0810	1026		080		37	3828
12	0366	0796	0886	1124		090		38	3948
13	0395	0865	0962	1222		097		39	4067
14	0432	0934	1038	1320		103		40	4187
15	0452	1004	1115	1418		110		41	4310
16	0480	1075	1194	1520				42	4434
17	0509	1146	1270	1622				43	4557
18	0537	1218	1352	1724				44	4681
19	0565	1289	1431	1826				45	4804
20	0593	1361	1511	1929				46	4931
21	0620	1435	1593	2034				47	5059
22	0648	1509	1675	2140				48	5186
23	0675	1583	1758	2246				49	5313
24	0703	1657	1840	2352				50	5441
25	0730	(2)	1923	2457				51	5573
26	0737		2010	2568				52	5705
	(1)		(3)					(4)	

(1) Solution saturée, 26,3 °/₀ de sel, D = 1,0766.
(2) Solution saturée, 24,9 °/₀ de sel, D = 1,1723.
(3) Solution saturée, 26,4 °/₀ de sel, D = 1,2043.
(4) Solution saturée, 52,02 °/₀ de sel, D = 1,5708.

(90) *Densités à 19°,5 des solutions de bromures alcalino-terreux.*

Densités.	$BaBr^2$ dans 100 p d'eau.	Densités.	$SrBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CaBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,1440	17,81	1,1327	16,15	1,1386	17,65
1,3005	38,83	1,2620	33,05	1,2660	35,43
1,4507	60,92	1,3784	49,51	1,3983	55,91
1,5816	81,97	1,5106	69,57	1,5214	77,04
1,7115	104,68	1,6809	98,13	1,6517	102,56

(91) *Densités à + 19°,5 des solutions de bromure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en bromure* (KREMERS).

Densités.	$MgBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$ZnBr^2$ dans 100 p. d'eau.	Densités.	$CdBr^2$ dans 100 p. d'eau.
1,0965	12,2	1,1715	20,6	1,2337	29,8
1,1864	24,5	1,3270	42,6	1,4690	64,3
1,2811	38,3	1,3371	43,9	1,6496	94,1
1,4386	64,2	1,6101	91,4		
1,5693	88,6	1,7190	112,7		
		1,8797	150,3		
		2,1095	211,1		
		2,1441	224,7		
		2,3914	318,3		

(92) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de baryum, de strontium et de calcium, donnant leur richesse en iodure* (KREMERS)

Densités.	BaI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	SrI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CaI^2 dans 100 p. d'eau.
1,045	5	1,045	5	1,044	5
1,2157	27,0	1,2160	27,5	1,1854	24,3
1,4099	53,8	1,4329	58,4	1,3786	52,7
1,6186	85,8	1,6269	89,9	1,5558	82,4
1,7953	115,6	1,8349	127,9	1,6845	106,6
1,9535	146	1,9725	156,9	2,0065	190,4

(93) *Densités à + 19°,5 des solutions d'iodure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en iodure* (KREMERS).

Densités.	MgI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	ZnI^2 dans 100 p. d'eau.	Densités.	CdI^2 dans 100 p. d'eau.
1,043	5	1,045	5	1,044	5
1,1121	14,2	1,1715	21,5	1,088	10
1,2185	28,5	1,3486	46,4	1,138	15
1,3563	48,6	1,5780	85,0	1,1681	21,4
1,4945	70,6	1,7815	126,3	1,319	30
1,6623	100,5	1,9906	177,9	1,3286	43,7
1,9098	151,4	2,1853	232,0	1,6139	88,5

(94) *Densités des solutions de quelques chlorures, bromures et iodures.*

Quantité du sel.	Zn Cl² °/₀ à 19°5.	Cd Cl² °/₀ à 19°5.	Li Cl °/₀ à 15°.	K Br °/₀ à 19°5.	Na Br °/₀ à 19°5.	Li Br d. 100 p. eau à 19°5.	K I d. 100 p. eau à 19°5.	Na I d. 100 p. eau à 19°5.	Li I d. 100 p. eau à 19°,5
5	1,045	1,045		1,037	1,040	1,035	1,038	1,040	1,038
10	091	089	1,0580	070	080	072	078	082	079
15	137	140		116	125	113	120	128	124
20	186	195	1172	159	174	156	166	179	172
25	238	256		207	226	204	218	234	224
30	291	321	1819	256	281	254	271	294	280
35	352			309	344	309	331	360	344
40	420	472	2557	366	410	368	396	432	414
45	488		(1)	430	483	500			
50	566	656		500	565	580	546	600	575
55	650								
60	740	890					734	810	777

(1) Solution saturée 43,2 °/₀ de sel, D 1,2827.

(95) *Densités des solutions de ferricyanure, de nitrate de sodium et de quelques sulfates.*

Sel °/₀	Ferricyanure de potassium anhydre à 15°.	Nitrate de sodium à 19°5.	Alun de chrome et pot. crist. à 17°5.	Sulfate de manganèse + 4 aq. crist. à 15°.	Sulfate d'ammonium à 19°.
5	1,0261	1,0332	1,0174		
10	0538	0676	0342	1,065	
15	0831				1,0575
20	1139	1418	0746	136	0862
25	1462				1149
30	1802	2239	1274	215	1439
35					1724
40		3155	1896	304	2004
45					2284
50		4180	2894	399	2583
55				451	
60			4566		
70			6362		

(96) *Densité des solutions de quelques nitrates.*

%	Nitrate de cadmium anh. à 17°5.	Nitrate de calcium crist. à 17°5.	Nitrate de cobalt anh. à 17°5.	Nitrate de cuivre anh. à 17°5.	Nitrate ferrique anh. à 17°5.	Nitrate de zinc anh. à 17°5.	Nitrate d'ammonium à 17°5.
10	1,0978	1,059	1,0906	1,0942	1,0770	1,0968	1,042
20	2134	124	1936	2037	1612	2024	086
30	3566	195	3199	3299	2622	3268	131
40	5372	272	4662	4724	3766	4572	179
50	7608	355			3972	5984	230
60		445			6572		283

(97) *Densité à + 15° des solutions de sulfocarbonate de potassium donnant leur richesse en sulfocarbonate* CS^3K^2 *et en sulfure de carbone* CS^2 (DELACHANAL).

Densité.	CS^3K^2 °/₀.	CS^2 °/₀.	Densité.	CS^3K^2 °/₀.	CS^2 °/₀.
1,036	5,2	2,12	1,332	43,5	17.70
1.075	10,7	4,37	1.357	46,2	18,85
1,116	16,1	6,57	1,383	48,9	19,95
1,161	22,0	8,98	1,410	51,8	21,13
1,209	28,5	11,63	1,453	56,4	23,01
1,262	35,0	14,28	1,530	63,7	25,99
1,284	37,8	15,42	1,580	68,0	27,74
1,308	40,7	16,60			

(98) *Densité des solutions de tartrate de potassium neutre cristallisé, de tartrate de sodium et de tartrate sodico-potassique.*

Sel °/₀.	$C^4H^4O^6K^2$. Densité à 17°5.	Sel °/₀.	$C^4H^4O^6Na^2$, 2 aq. Densité à 17°5.	Sel °/₀.	$C^4H^4O^6KNa$, 4aq. Densité à 17°5.
10	1,065	9,710	1,0587	10	1,051
20	1,135	18.358	1,1136	20	1,105
30	1,211	26,360	1,1669	30	1,162
40	1,293	33,917	1,2199	40	1,223
50	1,381	39,925	1,2636	50	1,289

(99) *Densités de quelques solutions de chlorures.*

sel °/₀	Al^2Cl^6 à 15°.	$BaCl^2$ à 15°.	$CaCl^2$ à 15°.	$CoCl^2$ ($NiCl^2$) à 17°5.	$CuCl^2$ à 17°5.	Fe^2Cl^6 à 17°5.	$MgCl^2$ à 15°.	$SnCl^2$ +2 aq à 15°.	$SrCl^2$ à 15°.
2	1,0144	1,0183	1,0170	1,0198	1,0182	1,0146	1,0169	1,013	1,0181
4	0288	0367	0341	0396	0364	0292	0338	026	0363
6	0435	0557	0515	0595	0548	0439	0510	040	0548
8	0584	0754	0682	0795	0734	0587	0684	054	0738
10	0734	0951	0869	0997	0920	0734	0859	068	0929
12	0890	1164	1056	1228	1178	0894	1040	083	1133
14	1047	1378	1243	1460	1436	1054	1220	097	1337
16	1207	1600	1433	1711	1696	1215	1404	113	1549
18	1379	1830	1628	1977	1958	1378	1592	128	1769
20	1537	2061	1822	2245	2223	1542	1780	144	1939
22	1709	2317	2028	2547	2501	1746	1978	161	2225
24	1881	2574	2234	2849	2779	1950	2175	177	2462
26	2058	(2)	2445		3058	2155	2378	194	2708
28	2241		2662		3338	2365	2586	212	2964
30	2422		2879		3618	2568		230	3220
32	2615		3104		3950	2778		249	3495
34	2808		3330		4287	2988		268	(4)
36	3007		3561		4615	3199		288	
38	3211		3797		4949	3411		309	
40	3415		4033		5284	3622		330	
42	(1)		(3)			3870		352	
44						4118		374	
46						4367		397	
48						4617		421	
50						4867		445	
52						5153		471	
54						5439		497	
56						5729		525	
58						6023		554	
60						6317		582	
62								613	
64								644	
66								677	
68								711	
70								745	
72								783	
74								821	

(1) Solution saturée 41,13 °/₀ de sel : D = 1,3536.
(2) Solution saturée 25,97 °/₀ de sel : D = 1,2827.
(3) Solution saturee 40,46 °/₀ de sel : D = 1,4110.
(4) Solution saturée 33,38 °/₀ de sel : D = 1,3685.

(100) *Densités + 15° des solutions de chlorure stannique, donnant leur richesse en chlorure* $SnCl^4 + 5\,H^2O$ (GERLACH).

Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.	Densités.	Sel °/₀.
1,012	2	1,2268	34	1,538	66
1,024	4	1,242	36	1,563	68
1,036	6	1,259	38	1,587	70
1,048	8	1,2755	40	1,614	72
1,059	10	1,293	42	1,641	74
1,072	12	1,310	44	1,669	76
1,084	14	1,329	46	1,698	78
1,097	16	1,347	48	1,727	80
1,110	18	1,366	50	1,759	82
1,1236	20	1,386	52	1,791	84
1,137	22	1,406	54	1,824	86
1,151	24	1,426	56	1,859	88
1,165	26	1,447	58	1,893	90
1,180	28	1,468	60	1,932	92
1,195	30	1,491	62	1,969	94
1,210	32	1,514	64	1,988	95

(101) *Densités des solutions de nitrate d'argent.*

Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.	Densités.	$AgAzO^3$ °/₀.
1,041	5	1,080	10	1,160	20
1,050	6	1,100	12	1,206	25
1,058	7	1,125	15	1,251	30
1,064	8	1,150	18		

(102) *Densités des solutions de chlorate de sodium.*

Densités.	$NaClO^3$ °/₀.	Densités.	$NaClO^3$ °/₀.
1,007	1	1,070	10
1,015	2	1,125	20,1
1,024	3	1,184	24,5
1,031	4	1,248	31,5
1,039	5	1,294	36,2

(103) *Densités de solutions d'hyposulfite de soude, de ferrocyanure de potassium, de quelques nitrates, etc.*

Sel °/.	Hypos. de sod. + 5 aq. à 19°.	Nitr. de bary. à 19°5.	Nitr. de stront. à 19°5.	Nitrate de magné. à 21°.	Nitrate de plomb à 15°.	Oxalate de potass. à 17°5.	Chrom. de potass. à 20°.	Chlor. de platine	Ferroc. de potass. à 15°.
2	1,0105	1,017	1,017	1,0078	1,0163	1,0134	1,0161	1,018	1,0116
4	0211	034	034	0158	0331	0268	0325	036	0234
6	0317	050	049	0239	0502	0401	0492	056	0356
8	0423	069	068	0321	0682	0529	0663	076	0479
10	0529	087	085	0405	0869	0656	0837	097	0605
12	0639			0490	1059	0784	1014	119	0734
14	0751			0577	1257	0912	1195	141	0866
16	0863			0663	1463	1043	1380	165	0999
18	0975			0752	1677	1175	1570	188	1136
20	1087		181	0843	1902	1306	1765	214	1275
22	1204			0934	2132		1964	242	
24	1322			1026	2372		2169	270	
26	1440			1120	2620		2379	300	
28	1558			1216	2876		2592	330	
30	1676		292	1318	3140		2808	362	
32	1800			1410	3416		3035	395	
34	1924			1508	3702		3268	431	
36	2048			1608	3996		3505	469	
38	2172			1709			3746	500	
40	2297		422	1811			3991	546	
42	2427			1914				591	
44	2558			2019				641	
46	2690			2126				688	
48	2822			2231				736	
50	2954			2340				785	

(104) *Densités à + 15° des solutions de sulfocyanate d'ammonium, donnant leur richesse en* $CAzS.AzH^4$.

Densités.	Sel °/..	Densités.	Sel °/..	Densités.	Sel °/..
1,020	10	1,034	14,2	1,070	25
1,026	11,1	1,042	16,6	1,077	33,3
1,031	12,5	1,050	20	1,137	50

(105) *Densités des solutions de quelques sulfates.*

Sel °/₀	Sulfate de cuivre cristallisé. $CuSO^4 + 5$ aq. à 15°.	Sulfate ferreux cristall. $FeSO^4 + 7$ aq. à 15°.	Sulfate ferroso-ammonique $Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2 + 6$ aq. à 15°.	Sulfate ferrique. $Fe^2(SO^4)^3$ à 17°5.	Sulfate de magnésium anhydre. $MgSO^4$ à 15°.	Sel cristallisé. $MgSO^4 + 7$ aq. correspondant.	Sulfate de zinc crist. $ZnSO^4 + 7$ aq. à 15°.
2	1,0126	1,011	1,013	1,077	1,0206	4,60	1,013
4	0254	021	024	034	0412	8,10	025
6	0384	032	036	0512	0623	12,29	035
8	0516	043	047	0684	0838	16,39	047
10	0649	054	061	0854	1053	20,49	059
12	0785	065	073	1042	1281	24,58	073
14	0923	077	086	1230	1508	28,68	085
16	1063	088	098	1424	1742	32,78	097
18	1208	100	111	1624	1982	36,88	110
20	1354	112	126	1826	2221	40,98	124
22	1501	125	130	2066	2472	45,07	130
24	1659	137	150	2306	2722	49,17	157
26		149	164	2559	(2)		164
28		161	179	2825			179
30		174	193	3090			193
32		187	(1)	3368			209
34		200		3646			244
36		213		3923			240
38		226		4217			255
40		239		4506			271
42				4824			288
44				5142			304
46				5468			320
48				5808			337
50				6148			352
52				6508			370
54				6868			390
56				7241			406
58				7623			425
60				8006			445

(1) Solution saturée 33,3 °/₀ de sel, D = 1,165 (?).
(2) Solution saturée 25,25 °/₀ de sel, soit 51,726 de sel à 7 aq. ; D = 1,2880.

(106) *Densités des solutions de quelques acétates.*

Sel °/..	Acétate de sodium.	Acétate de calcium.	Acétate de baryum.	Acétate de plomb.	Sel °/..	Acétate de plomb.
2	1,0116	1,0132	1,0174	1,0127	32	1,2395
4	0232	0264	0348	0255	34	2578
6	0341	0362	0500	0336	36	2768
8	0439	0426	0628	0520	38	2966
10	0538	0492	0758	0654	40	3163
12	0644	0562	0902	0796	42	3376
14	0750	0632	1046	0939	44	3588
16	0856	0708	1201	1084	46	3810
18	0910	0792	1363	1234	48	4043
20	1074	0874	1522	1384	50	4271
22	1194	0976	1694	1544		
24	1314	1078		1704		
26	1440	1139		1869		
28	1572	1307		2040		
30	1706	1426	2402	2211		

(107) *Densités des solutions de phosphate de sodium.*

Densités.	Na^2HPO^4, 12 aq. °/..	Densités.	Na^3PO^4, 12 aq. °/..
1,0067	1,165	1,0193	4,4
0114	2,330	0393	8,8
0160	3,495	0495	11,0
0198	4,659	0812	17,6
0220	5,294	1035	22,03
0292	6,988		
0442	10,588		

(108) *Densités des solutions d'arséniate de sodium.*

Densités.	NaH^2AsO^4, 12 aq. °/..	Densités.	Na^2HAsO^4, 12 aq. °/..	Densités.	Na^3AsO^4, 12 aq. °/..
1,0226	4,22	1,0169	4	1,0193	4,4
0460	8,44	0344	8	0393	8,8
0577	10,55	0525	12	0495	11,0
0938	16 88	0714	16	0812	17,6
1486	21,10	1102	23,9	1035	22,03
		1722	35,9		

(100) *Conversion des taux de sucre pour 100, ou degrés Brix, en degrés Baumé et en densités à 17°,5.*

Brix.	Baumé.	Densités.	Brix.	Baumé.	Densités.
0	0	1,0000	57	30,82	1,2724
2	1,11	1,0078	58	31,34	1,2782
4	2,23	1,0157	59	31,85	1,2840
6	3,34	1,0237	60	32,36	1,2899
8	4,45	1,0319	61	32,89	1,2958
10	5,56	1,0401	62	33,38	1,3018
12	6,66	1,0485	63	33,89	1,3078
14	7,77	1,0570	64	34,40	1,3138
16	8,87	1,0657	65	34,90	1,3199
18	9,97	1,0744	66	35,40	1,3260
20	11,07	1,0833	67	35,90	1,3322
22	12,17	1,0923	68	36,41	1,3384
24	13,26	1,1015	69	36,91	1,3446
26	14,35	1,1107	70	37,40	1,3509
28	15,44	1,1201	71	37,90	1,3572
30	16.53	1,1297	72	38,39	1,3636
32	17,61	1,1393	73	38,89	1,3700
34	18,69	1,1491	74	39,38	1,3764
35	19,23	1,1541	75	39,87	1,3829
36	19.71	1,1591	76	40,36	1,3894
37	20,30	1,1641	77	40,84	1,3959
38	20,84	1,1692	78	41,33	1,4025
39	21,37	1,1743	79	41,81	1,4092
40	21,91	1,1794	80	42,29	1,4159
41	22,44	1,1846	81	42,78	1,4226
42	22,97	1,1898	82	43,25	1,4293
43	23,50	1,1950	83	43,73	1,4361
44	24,03	1,2003	84	44,21	1,4430
45	24,56	1,2056	85	44,68	1,4499
46	25,09	1,2110	86	45,15	1,4568
47	25,62	1,2164	87	45,62	1,4638
48	26,14	1,2218	88	46,09	1,4708
49	26,67	1,2278	89	46,56	1,4778
50	27,19	1,2328	90	47,02	1,4849
51	27,71	1,2383	92	47,95	1,4992
52	28,24	1,2439	94	48,86	1,5136
53	28,75	1,2495	96	49,77	1,5281
54	29,27	1,2552	98	50,67	1,5429
55	29,79	1,2609	100	51,56	1,5578
56	30,31	1,2666			

(110) *Densités des solutions d'albumine.*

°/₀.	Densités.	°/₀.	Densités.	°/₀.	Densités.
5	1,013	20	1,052	49	1,106
10	1,026	30	1,078	60	1,135

(111) *Tableau des degrés Baumé que doivent marquer les solutions salines bouillantes pour fournir de beaux cristaux par le refroidissement* (E. Finot et A. Bertrand.)

Le degré Baumé est pris en plongeant l'aréomètre dans la solution bouillante pendant l'évaporation.

Acétate d'ammonium...	14°	Borax	24°
— de cuivre.....	5°	Bromure d'ammonium ..	30°
— maganèse.....	26°	— de cadmium..	65°
— nickel.....	30°	— de potassium..	40°
— plomb.....	42°	— de sodium.....	55°
— sodium.....	22°	— de strontium ..	50°
— zinc..	20°	Carbonate de sodium....	28°
Acide borique	6°	Chlorate de baryum.....	40°
— oxalique	12°	— de potassium...	22°
— tartrique.....	35°	— de sodium.....	43°
Alun d'ammonium.....	20°	— de strontium...	65°
— de potassium	20°	Chlorure d'ammonium..	12°
Arséniate d'ammonium..	50°	— de baryum....	35°
— de potassium..	36°	— de calcium....	40°
— de sodium ..	36°	— de cobalt.....	41°
Azotate d'ammonium (1).	28 à 30°	— de cuivre. ...	45°
— de baryum	18°	— d'étain (proto-)	75°
— bismuth.....	70°	— ferreux... ...	50°
— calcium.....	55°	— magnésium ...	35°
— cobalt	50°	— manganèse....	47°
— magnésium.....	55°	— nickel.....	50°
— cuivre	45°	— potassium	25°
— plomb	50°	— strontium.....	34°
— potassium.....	28°	— zinc et ammon.	43°
— sodium	40°	Bichromate d'ammonium	28°
— strontium.....	40°	— de potassium	38°
— zinc	55°	Chromate de sodium....	45°
Baryte hydratée.....	12°	Citrate de potassium....	36°
Benzoate d'ammonium ..	5°	— de sodium	36°
— de calcium....	2°	Cyanure de mercure ...	20°

(1) Solution ammoniacale.

Ferrocyanure de potas. .	38°	Sulfate d'ammonium....	28°
Formiate de baryum....	32°	— de cobalt.....	40°
— sodium { en été..	30°	— de cuivre.....	30°
— sodium { en hiver.	25°	— de cuivre ammon.	35°
Hyposulfate de baryum..	24°	— ferreux.....	31 à 32°
— de sodium..	24°	— — ammoniacal. { en été.	31 à 32°
Hyposulfite d'ammonium	37°	— — ammoniacal. { en hiver.	28°
— magnésium..	40°	— de magnésium ..	40°
— sodium	33°	— de manganèse...	44°
— calcium.....	45°	— de nickel.....	40°
Iodure de potassium....	60°	— nickel ammon...	18°
Lactate de calcium	8°	— de potassium ...	15°
— de magnésium..	6°	Bisulfate de potassium..	35°
— de manganèse..	8°	Sulfate de sodium.....	30°
Mannite { en été	8°	— de zinc.....	45°
Mannite { en hiver.....	7°	Sulfite de sodium	25°
Oxalate d'ammonium...	5°	Sulfocyanate ammonique	18°
— ferrico-ammonique..... ..	30°	Sulfovinate de baryum..	43°
— de potassium ...	30°	— de sodium...	37°
Permanganate de potas..	25°	— de calcium..	36°
Phosphate d'ammonium.	35°	Tartrate d'ammonium ..	25°
— de sodium...	20°	— de fer.....	40°
— sod. ammon..	17°	Tartrate neutre de potas.	38°
Pyrophosphate de sodium	18°	— potas. sod....	36°
Sulfate d'aluminium....	25°	Tungstate de sodium....	45°

En été, il est nécessaire de pousser l'évaporation un peu plus loin, de telle sorte que le liquide marque deux ou trois degrés Baumé de plus que les nombres du tableau.

Section XI. — Chaleur.

(112) *Mélanges réfrigérants de liquides et de sels pris à 10°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Eau	1	—16°
Azotate d'ammonium pulvérisé.....	1	
Sel ammoniac pulvérisé.....	5	
Azotate de potassium pulvérisé.....	5	12
Eau	16	
Acide chlorhydrique.....	5	18
Sulfate de sodium pulvérisé.....	8	

(113) *Mélanges de neige et de sel à 0°.*

	Proportion.	Temp. obtenue.
Neige	4	—18°
Sel marin	4	
Neige	2	54
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé	3	
Neige refroidie à —18°	4	55
Chlorure de calcium cristallisé, pulvérisé, à —18°	2	
Acide sulfurique avec 1/2 v. d'eau, refroidi à 0°	4	33
Neige	2	

(118) *Points de fusion et d'ébullition de quelques corps minéraux.*

	Fusion.	Ébullition.
Acide arsénieux	0	0
— azotique monohydraté AzO^5H	—47	220
— — quadrihydr. $AzO^5H+\frac{3}{2}H^2O$		86
— carbonique		123
— chlorhydrique D=1,11		—78
— cyanhydrique	—13,8	110
— hypoazotique (peroxyde d'azote)	—9	26,2
— iodhydrique D=1,70		21,6
— sulfureux	—79	128
— sulfurique anhydre	16	—10
— — dit monohydraté (SO^4H^2)	pur 10,5	46
Acier	1300	ord. 338
Alliage, 32 p. plomb, 18 p. antimoine	260	
— de Darcet 5pPb,3pSn,8pBi)	94	
Aluminium	600	
Ammoniaque (gaz)	—75	—38,5
Antimoine	440	
Argent	954	
Arsenic	410	412
Protoxyde d'azote	—99	—92
Azotate d'argent	218	
Bismuth	265	
Brome	—7,3	63
Bromure phosphoreux		172,9

	Fusion.	Ébullition.
	°	°
Bromure de silicium	— 15	153,4
Bronze	900	
Cadmium	320	860
Chlorure antimonieux	73	223
— d'argent	451	
— d'arsenic		130,2
— de cyanogène liquide	— 5	15,5
— de cyanogène solide	140	190
— d'étain (proto-)	250	620
— — (per-)		114
— d'iode (proto-)	25	401
— mercurique	293	303
— phosphoreux		76
— phosphorique	148	148
— de silicium		57,6
— de soufre (proto-)		138
— — (oxy, $SOCl^2$)		78,8
— de sulfuryle (SO^2Cl^2)		70
— de zinc	262	710
Cuivre	1050	
Laiton	1015	
Eau de mer	— 2,5	103,7
Étain	226	
Fer doux	1600	
Fonte grise	1275	
Gallium	30,15	
Iode	113,5	>200
Lithium	180	
Magnésium	750	
Mercure	— 38,5	357,2
Or fin	1035	
— à 900/1000	1180	
Oxychlorure de phosphore	— 1.5	107,2
Phosphore	44,2	290
Plomb	335	1040
Potassium	62,5	700
Sodium	96	710
Soufre	113,6	448,3
Sulfure de carbone		46
Zinc	412	929
Persulfure de phosphore P^2S^5	275	530
Sulfochlorure —		125
Oxybromure —	45	193
Bromure arsénieux	25	220

	Fusion.	Ébullition.
	0	0
Iodure arsénieux	146	400
Acide fluorhydrique à 48,17 o/o HFl		125
Chlorure de bore		18
Anhydride borique	577	
Acide —	185	
— hypochloreux		19
54,3 ou 1 mol. AzO^3K et 45,7 ou 1 mol. $NaAzO^3$	225,6	
Oxychlorure de carbone		8,2
Acide pyrosulfurique $H^2S^2O^7$	35	

Nota. Pour les composés organiques, voyez les tables **154** et suiv.

(119) *Points d'ébullition de quelques solutions saturées.*

Nom du sel dissous.	Point d'ébullition.	Quantité de sel pour 100 d'eau.
Acétate de potassium	169°	800
— de sodium	124,4	209
Azotate d'ammonium	164	209
— de calcium	151	362
— de potassium	116	335
Carbonate de potassium	135	205
— de sodium	104,6	48,5
Chlorure d'ammonium	114,2	89
— de baryum	104,4	60
— de calcium	179,5	325
— de potassium	108,4	59,4
— de sodium	108,4	40,2
Phosphate de sodium	106,6	112,6

Section XII. — Lumière.

(120) *Indices de réfraction par rapport à la raie* D.

Solides.			
		Rubis	1,71
		Feldspath	1,52
Diamant	2,42	Topaze	1,61
Phosphore	2,22	Émeraude	1,58
Soufre natif	2,04	Flint-glass	1,6

Quartz *o*.....	1,544	Nitrobenzine.....	1,54
— *e*.....	1,553	Phénol.....	1,55
Sel gemme.....	1,54	Cubébène.....	1,51
Acide citrique.....	1,53	Pseudocumène.....	1,49
Nitrate de potassium..	1,52	Oxychlorure de phosphore.....	1,485
Crown-glass.....	1,5	Benzine.....	1,49
Sulfate de potassium..	1,51	Cymène α.....	1,48
Sulfate de fer.....	1,50	Cymène du camphre..	1,475
Sulfate de magnésium.	1,49	Glycérine.....	1,47
Spath fluor.....	1,43	Térébenthène.....	1,46
Glace.....	1,41	Chloroforme.....	1,44
Spath d'Islande *o*.....	1,658	Alcool amylique de ferm.	1,40
— *e*.....	1,486	Amylène.....	1,39
LIQUIDES.		Alcool éthylique.....	1,36
Phosphore.....	1,075	Éther.....	1,35
Sulfure de carbone à 10°	1,634	Acétone.....	1,35
Huile de cassia..... ..	1,580	Eau.....	1,33
Aniline.....	1,57	Alcool méthylique....	1,33

(121) *Pouvoirs rotatoires.*

Une substance active d'une densité d, imprimant au plan de polarisation d'une lumière x une rotation α, pour une épaisseur l (unité : le décimètre), on aura la rotation pour la même substance supposée réduite à la densité 1 et à l'épaisseur 1 par la formule :

$$\text{pouvoir rotatoire} = [\alpha]_x = \frac{\alpha}{l\,d}.$$

Si la substance est dissoute dans un liquide inactif et si l'on appelle P le poids de la substance, v le volume de la solution, π le poids de cette dernière et d sa densité, on pourra écrire de même

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{l}\frac{v}{P} = \frac{\alpha}{ld}\frac{\pi}{P} \quad \text{et} \quad P = \frac{\alpha\pi}{ld\,[\alpha]_x} = \frac{\alpha v}{l\,[\alpha]_x},$$

formules qui se réduisent à l'expression primitive

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{ld}$$

pour le cas des corps homogènes où $\pi = P$; α et $[\alpha]_x$ s'expriment en degrés sexagésimaux mais avec division décimale du degré.

Pour x, les majuscules indiquent les raies du spectre, les italiques les diverses couleurs et *ts* la teinte sensible, gris lavande, correspon-

dant à l'extinction des rayons jaunes. Dans la table **123** et suivantes, le dissolvant est imprimé en italique et la concentration est indiquée de plusieurs manières : c exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 cc., c'est la valeur de P pour $v = 100$: p exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100 gr. de solution; on a $p = \frac{c}{d}$. Enfin, on emploie aussi le terme q lequel est égal à $100 - p$; c'est le poids de substance *inactive* contenu dans 100 grammes de solution.

On a anciennement déterminé beaucoup de pouvoirs rotatoires à l'aide du saccharimètre et pour la teinte sensible. L'emploi de cet instrument n'est valable que si la dispersion rotatoire suit dans la substance examinée la même loi que dans le quartz. Dans ce cas, on aurait la rotation par rapport au rayon D en prenant les $8/9^{\text{mes}}$ de celle trouvée par la teinte sensible.

Nota. — Quand dans la colonne *limite de la concentration* se trouve l'indication d, qui est celle de la densité du liquide, le pouvoir rotatoire marqué est celui du corps liquide observé directement et non dilué; on applique alors la formule $[\alpha] = \frac{\alpha}{ld}$.

(122) *Rotation pour 1 millimètre d'épaisseur.*

	x	Rotations observées α.
Quartz (Biot).....	D	± 20°,984
— —	G	± 39,513
— (Broch).....	D	± 21,69 ou 21° 43'.
— —	G	± 42,20
— (Soret et Sarasin).....	A	± 12,668 $t = 20°$.
— —	B	± 15,746 —
— —	C	± 17,318 —
— —	D_2	± 21,684 —
— —	D_1	± 21,727 —
— —	E	± 27,543 —
— —	F	± 32,773 —
— —	G	± 42,604 —
— (Von Lang).....	Li.	± 16,402
— —	Tl.	± 26,533
— (Landolt).....	j.	± 24° 5 (complément de la teinte sensible.
— (Biot).....	ts.	± 24
— (Biot).....	r.	± 18,05 (verre rouge au cuivre).

	x	Rotations observées α.
Cinabre	r.	— 270°-300
Chlorate de sodium	D	± 3,16
Bromate de sodium	j.	± 2,8
Periodate de sodium	D	± 23,3
Hyposulfate de potasssium	D	± 8,385
— de calcium (4 aq.)	v.	± 2,091
— de strontium	v.	± 1,642
— de plomb (4 aq.)	D	± 5,531
Acétate d'urane et de sodium	j.	± 1,08
Benzile	D	± 24,837
Sulfate d'éthylène-diamine	D	± 15,5
Carbonate de guanidine	D	± 14,58
Sulfate de strychnine	r.	— 10,791
Phtaléine du phénol diacétylée	Li.	± 17,1
	Na.	19,7
	Tl.	23,8
Camphre de matico	D	2,07
Sulfoantimoniate de sod. (9 aq.)	j.	± 2,67

(123) *Pouvoirs rotatoires pour la raie* D.

Acides et sels.	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Acide camphorique	20	c=0,64	+	46,2
— *alcool*	20	c=2,562	+	47,5
— *ac. acétique*	20	c=3,026	+	46,3
Acide cholalique, *alcool.*		c=3,338	+	50,2
— (sel Na *eau*)		c=19,049	+	26
— glutam. HCl 9,5 Bé.	18	p=5,45	+	34,7
Acide glutarique		p=18,81	—	1,98
Acide glychocoliq. *alcool*		c=9,504	+	29
Acide malique *eau*	20	q=30—64	+	5,891—0,08959 q
— —	20	q=65—92	—	5,891—0,08959 q
Malate de pot. ac. *eau*	20	q=73—91	—	0,6325—0,05562 q
— neutre —	20	q=38—91	—	3,016—0,1588 q + 0,0005556 q^2
Malate de sod. ac. *eau*	20	q=41—80	—	9,367—0,2791 q + 0,001152 q^2

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Malate de sod. neutre *eau*	20	$q=34-52$	+	$15,202-0,3322\,q+0,00008184\,q^2$
— — —		$q=53-95$	—	$15,202-0,3322\,q+0,00008184\,q^2$
Malate d'amm. ac., *eau*.	20	$q=72-94$	—	$3,955-0,02879\,q$
— neutre —	20	$q=37-83$	—	$3,315-0,005042\,q\ 0,0005455\,q^2$
Acide podocarpiq., *alcool*		$c=4-9$	+	136
Acide quinique.....	15	$c=2-10$	—	43,9
Acide santonique, *alcool*	22,5	$c=1-3$	—	25,8
Acite tartrique.	20	$c=0,5-15$	±	$15,06-0,131\,c$
Tartrate de potas. neutre.	20	$c=11,597$	±	28,48
— acide..	20	$c=0,615$	±	22,61
Tartrate de sod. neutre.	20	$c=9,946$	±	30,85
— acide..	20	$c=4,409$	±	23,95
Tartrate de pot. et sod.	20	$c=10,771$	±	29,67
Tartrate d'amm. neutre.	20	$c=9,433$	±	34,26
— acide..	20	$c=1,712$	±	25,65
Émétique ordinaire,....	20	$c=7,982$	±	124,76
Taurochol. de sod. *alcool*		$c=9,898$	+	29
Acide valérique.....	90	$d=0,933$	+	3,6
Corps neutres.				
Alcool amylique (Le Bel).	19	$d=0,812$	—	5,70
Chlorure d'amyle —	15	$d=0,886$	+	1,24
Bromure — —	15	$d=1,225$	+	3,60
Iodure — —	15	$d=1,54$	+	5,52
Cholestérine, *éther*.....		$c=7,9-10$	—	31,59
— , *chloroforme*.	15	$c=2-8$	—	$36,61+0,249\,c$
Échicérine, *chloroforme*	15	$c=2$	+	65,75
Echirétine, *éther*.....	15	$c=2$	+	54,8
Echitéine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	85,5
Echitine —	15	$c=2$	+	75,3
Euphorbone, *éther*.....	15	$c=4$	+	11,7
Phytostérine, *chlorof*...	15	$c=1,636$	—	34,2
Santonine *alcool*.....	20	$c=1,782$	—	161
— *chloroforme*...	20	$q=75-96,5$	—	$202,7-0,3086\,q$
Métasantonine —	20	$c=2,206$	+	124
Santonide —	20	$c=3,1-30,5$	+	754
— *alcool*.....	20	$c=4.046$	+	693
Parasantonide *chlor*....	20	$c=2,6-60,3$	+	891,7

Essences.	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			
Camphre des laur. *alc.*.	20	q=45—90	+	54,38—0,1614 q + 0,000369 q^2
— *alc. méthyliq.*.	20	q=50—80	+	56,15—0.1769 q + 0,0006610 q^2
— *ac. acétique*...	20	q=34 - 84	+	55,49—0,1372 q
— *acét. d'éthyle*..	20	q=46—85	+	55,15—0,04383 q
— *benzine*.....	20	q=36—76	+	55,21—0,163 q
Ess. de téréb. (P. australis)	20	d=0,9104	+	14,147
— —, *alcool*.	20	q=27,78	+	14,173—0,011782 q
— (Pinus silvestris)	24,5	d=0,85	+	27,7
— —, ordinaire..	20	d=0,863	—	37,01
— —, *alcool*....	20	q=10—90	—	36,974+0,0048164 q +0,00013310 q^2
— —, *benzine*...	20	q=10—90	—	36,970+0,021531 q+ 0,000067627 q^2
— —, *ac. acétiq*	20	q=10—90	—	36,894+6,024553 q^2 0,0001368 q^2
Alcaloïdes.				
Aricine *alcool* 97 %.....	15	c=1	—	54,1
Brucine — 80 %.....	15	c=5,4	—	85
Cinchonicine *chlorof*...	15	c=2	+	46,05
Cinchonidine *alc.* 95 %..	15	c=2—5	—	113,53—0,426 c
— bisulfate, *eau*..				105,96—1,0267 c +
+1 mol. H^2SO^4.	15	c=1—7	—	0,03376c^2—0,00104c^3
Cinchonine, *alcool*.....	15	c=1	+	225,96
— chlorhydrate, *eau*.	15	c=0,5—3	+	165,5—2,425c
— —, *alcool* 97 %..	15	c=1—10	+	179,81 — 6,314 c + 0,8406c^2—0,0371c^3
— sulf. basique, *eau*	15	c=12	+	17,03—0,855 c
— —, *alcool* 97 %...	15	c=3—10	+	193,29—0,374c
Cinchoténine, 1 *vol. alc.* 97 % et 2 *vol. chlorof.*	15	c=2	+	115,5
Codéine, *alcool* 97 %...	15	c=2	—	635,8
Conicine	15	d=0,873	+	17,9
Cusconine, *alcool* 97 %..	15	c=2	—	54,3
Homocinchonidine, *alcool* 97 %.....	15	c=2	—	109,3
Laudanine, *chloroforme*	22,5	c=2	+	13,5
Laudanosine —	22,5	c=2	—	56
Morphine, hydrate, *eau* +1 mol. Na^2O.	22,5	c=2	—	67,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Morphine chlorhyd., *eau*	15	$c=1-4$	—	$100,67-1,14\,c$
— sulfate, *eau*.....	15	$c=1-4$	—	$100,47-0,96\,c$
Narcotine, *alcool* 97 %..	22,5	$c=0,74$	—	085
—, *eau* + 2 *mol.* HCl.		$c=2$	+	42
Nicotine.....	20	$d=1,08101$	—	161,55
—, *alcool*.....	20	$q=10-85$	—	$160,33-0,22236\,q$
— chlorhydr., *eau*.	20	$q=57-90$	+	$51,50-0,69319+0,004238\,q^2$
— acétate, *eau*....	20	$q=77-95$	+	$49,68-0,71899+0,002542\,q^2$
— sulfate —	20	$q=30-90$	+	$19,77-0,05911\,q$
Papavérine, *alcool* 97 %..	15	$c=2$	—	4
Paytine, *alcool*.....		$c0,4542$	—	49,5
Quinamine —		$c=0,8378$	+	106,8
Quinicine, *chloroforme*.	15	$c=2$	+	44,1
Quinidine, *alcool* 97 %..	15	$c=1-3$	+	$236,77-3,01\,c$
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-2$	+	$205,83-4,328\,c$
— sulfate, *eau*.....	15	$c=2-8$	+	$218-0,8\,c$
Quinine, hydr., *alc.* 97 %.	15	$c=1-10$	—	$145,2-0,657\,c$
— —, *éther*....	15	$c=1,5-6$	—	$158,7-1,911\,c$
— chlorhydrate, *eau*	15	$c=1-3$	—	$144,98-3,15\,c$
— sulfate monobas. + 7 aq., *eau*.	15	$c=1-6$	—	$164,85-0,01\,c$
— — acide + 5 aq. —	15	$c=2-10$	—	$170,03-0,94\,c$
— — acide + 7 aq. —	15	$c=2-10$	—	$155,69-1,136\,c$
Strychnine, *alcool* 80 %.		$c=0,91$	—	128
Thébaïne — 97 %	15	$c=2$	—	216,6
Sucres et Glucosides.				
Saccharose.....	20	$p=0-18$	+	66,5
—		$p=18-69$	+	$66,386+0,015035\,p-0,0003986\,p^2$
—	15	$c=0-10$	+	$68,65-0,828\,c+0,115415\,c^2$
—, *alcool*.....	15	$c=5$	+	66,7
—, *eau* + 1/4 *mol* CaO.		$c=10$	+	64,9
— — + 1/2 —		—	+	61,3
— — + 1 —		—	+	46,9
— — + 2 —		—	+	51,8
— — + 1 *mol.* Na^2O.		$c=5$	+	66
Saccharine.....			+	93,5

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.
	°			°
Glucose cristallisé, *eau*.	20	$p=1-100$	+	$47,73+0,015534\ p+0,0003883\ p^2$
— — —	—	$q=9-92$	+	$53,862+0,093194\ q+0,0003883\ q^2$
— anhydre —	—	$p=1-100$	+	$52,50+0,018796\ p+0,000517\ p^2$
— — —	—	$q=17-93$	+	$58,698-0,1025\ q+0,0004271\ q^2$
— de raisin —	15	$c=2.8$	+	51,78
— de salicine —	—	$c=2,5$	+	51,80
— d'amyg. (+aq.) —		$c=2$	+	49,25
Lévulose, *eau*.....			—	$100+0,7\ (t-15)$
Lactose, *eau*.....		$c=0,36$	+	$52,53+0,055\ (t-20)$
— tétracétylée....		$c=7,46$	+	50,1
Maltose anhydre, *eau*...	15-35	$p=5-35$	+	$140,375-0,01837\ p-0\ 059\ t$
Galactose, *eau*.....	10-30	$p=4,9-35,3$	+	$83,883+0.0785\ p-0,829\ t$
Mannite.....			—	0,15
Nitromannite, *alcool*...		$c=7,5$	+	40
Quercite	16	$c=1-10$	+	25,03
Salicine.....	15	$c=1-3$	—	$65,17-0,63\ c$
Phlorizine, *alcool*.....	22,5	$c=1-5$	G	$49,4+2,41\ c$
Sucre interverti.....		$c=17-21$	—	$27,9-0,32\ t$
Matières albuminoïdes.				
Albumine du sérum, *eau*			—	56
— d'œuf NaCl *saturé*.			—	64
— — *ac. acét. dilué*.			—	71
— d'œuf, *eau*.....			—	35,5
Caséine *sol.* $MgSO^4$.....			—	80
— *sol. dil.* HCl...			—	87
— *sol. dil.* NaHO..			—	76
Albuminate de potassium (alb. sérum).			—	86
— (alb. d'œuf).			—	47
— (alb. coagulée).			—	58,5
— (caséine.....			—	91
Paralbumine (kyste ov.).			—	59 à 64
Syntonine *sol. dil.* HCl..			—	72
Glutine	24	$c=6,12$	—	130

Anciens pouvoirs rotatoires.

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.	Indice de réfraction (D
Acides.	°			°	°
Acide arabique.....		$c=5$	j—	28,8 à 46,1	
— aspartiq. s. HCl 9,5 Bé	22	$p=5,094$	j+	27,68	
— s. AzH^3 10 °/₀.		$p=4,02$	j—	11,67	
— s. NaHO diluée.			j—	2,2	
Asparagine s. HClD 1,07.	22	$p=11,125$	j+	34,4	
— s. NaHO 4,8 °/₀.	22	$p=17,9$	j—	7,84	
— s. AzH^3.....			j—	11,18	
— s. AzO^3H.....			j+	35 à 38,8	
— s. ac. citrique.			j+	12,5	
Acide tartrique (Biot)..	17	$p=35,7$	r+	8,52	
— (Pasteur).	17	$p=35,7$	r—	8,53	
Tartramide.....			j±	133,9	
Essences (Buignet).					
Essence d'aspic..... .	12		j+	3,30	
— de bergamote	12	d=0,868	j+	18,45	1,468
— de camomille.....	12	d=0,881	j+	48,80	1,462
— de carvi.....	12	d=0,916	j+	87,33	1,493
— de cédrat.....	12	d=0,855	j+	88,88	1,478
— de citron.....	12	d=0,851	j+	87,65	1,479
— de fenouil.....	12	d=0,984	j+	8,13	1,555
— de genièvre	12	d=0,879	j—	14,79	1,495
— de girofle.....	12	d=1,061		0	1,542
— de lavande	12	d=0,886	j—	21,2	1,467
— de menthe poiv. ang		d=0,904	j—	34,29	1,469
— — française.		d=0,904	j—	14,3	1,469
— — pouliot.			j+	25,07	
— de muscade		d=0,874	+	34,28	1,483
— de néroli.....			j+	10,25	
— de fleurs d'or. du Midi		d=0,878		0	1,482
— de Paris.....		d=0,847		0	1,482
— d'oranges		d=0,887		0	1,477
— de petit-grain			j+	20,47	
— de romarin..... .		d=0,896	j+	14,67	1,475
— de santal citrin		d=0,975	j—	24,3	1,514
— de sassafras.....	12	d=1,087	j+	2,45	1,541
— de sauge.....		d=0,896	j—	8,93	1,475
— de térébenthine....		d=0,867	j—	43,5	1,476
— de thym		d=0,890	j—	11,23	1,483
— de copahu.....	12		j—	17,33	

	Temp. de l'observation.	Limites de concentration.	Signes.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.	Indice de réfraction (D).
	°			°	°
Essence d'amand. amèr.	12	d=1,059		0	1,550
— de canelle de Chine.	12	d=1,064		0	1,593
— — de Ceylan.	12	d=1,033		0	1,563
Essences (Gladstone) (1).					
Essence d'anis.....	16,5	d=0,9852	—	0,41	1,5666
— de bois rose.....	17	d=0,9064	—	6,95	1,1403
— de bouleau.....	8	d=0,9005	+	16,76	1,4921
— de cannelle.....	19,5	d=1,0297		0	1,5748
— de citronnelle.....	21	d=0,8908	—	1,76	1,4659
— de géran. de l'Inde.	21,5	d=0,9043	—	1,74	1,4714
— de girofle.....	17	d=1,0475	—	15,04	1,5312
— de limon (citr.med.).	16,5	d=0,8498	+	76,44	1,4727
— d'écorce d'orange...	20	d=0,8509	+	14,84	1,4699
— de rose.....	25	d=0,8912	—	3,09	1,4627
— de Wintergreen....	15	d=1,1243	+	1,05	1,5278
— de cédrat.....	18	d=0,8514	+	71,5	
— de muscade.....	24	d=0,883	+	20	
Alcaloïdes.					
Picrotoxine, *alcool*.....		p=0,125	j—	28,1	
Sucres.					
Saccharose.....			j+	75,08	
Lévulose.....	14		j—	106	
—	90		j—	53	
Eucaline.....			j+	55	
Parasaccharose.....			j+	108	
Pinite.....			j+	58,6	
Hématoxyline.....			j+	92	
Amygdaline.....			j—	35,5	
Mycose.....		c=10,03	j+	173,2	
Mélitose (+3 aq.).....	25	c=17,11	j+	88	
Mélézitose anhydre	20	c=18,6	j+	94,1	
Isodulcite.....		c=10,2	j+	47,6	
Sorbine.....		c=33,9	j—	46,9	
Tréhalose (+2 aq.)	15	c=6,4—14,8	j+	199	
Populine.....		p=1	j—	53	
Matières albuminoïdes.					
Chondrine *sol.dil.* NaHO.		c=0,957	j—	213,5	

(1) Chiffres calculés d'après la formule, jaune voisin de D.

Section XIII. — Solubilité des gaz (Voir aussi tables 163 à 169).

(124) *Coefficients d'absorption de quelques gaz* (BUNSEN et CARIUS), *calculés pour* 0°, 4°, 10°, 15° *et* 20° *C.*

Gaz.		0°	4°	10°	15°	20°
Azote	dans l'eau	0,02035	0,01838	0,01607	0,01478	0.01403
—	— l'alcool	0,12634	0,12476	0,12276	0,12142	0,12038
Hydrogène	— l'eau	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930	0,01930
—	— l'alcool	0.06925	0,06867	0.06786	0,00725	0,06668
Oxygène	— l'eau	0,04114	0,03717	0,03250	0,02989	0,02838
—	— l'alcool	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397	0,28397
Acide carbonique	— l'eau	1,7987	1,5126	1,1847	1,0020	0,9014
—	— l'alcool	4,3295	3,9736	3,5140	3,1993	2.9465
Oxyde de carbone	— l'eau	0,03287	0,02987	0,02635	0,02432	0,02312
—	— l'alcool	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443	0,20443
Protoxyde d'azote	— l'eau	1,3052	1,1346	0,9196	0,7778	0,6700
—	— l'alcool	4,1780	3,9085	3,5408	3,2678	3,0253
Bioxyde d'azote	— —	0,31606	0,30290	0,28609	0,27478	0,26592
Gaz des marais	— l'eau	0,05449	0,04993	0,04372	0,03909	0,03499
—	— l'alcool	0,52259	0,51135	0,49535	0,48280	0,47096
Gaz oléfiant	— l'eau	0,2568	0,2227	0,1837	0.1615	0,1488
—	— l'alcool	3,5950	3,3750	3,0859	2,8825	2,7131
Butane	— l'eau	0,03147	0,02770	0,02355	0,02147	0,02065
Éthane	— —	0,0874	0,0748	0,0599	0,0508	0,0447
Hydrogène sulfuré	— —	4,3706	4,0442	3,5858	3,2326	2,9053
—	— l'alcool	17,891	15,373	11,992	9,539	7.415
Acide sulfureux	— l'eau	79,789	69,828	56,647	47,276	39,374
—	— l'alcool	328,62	265,81	190,31	144,55	114,48
Ammoniaque	— l'eau	1049,6	941,9	812,8	727,2	654,0
Air atmosphérique	— l'eau (voy. table 163)	0,02471	0,02237	0,01953	0,01795	0,01704

CHAPITRE II.

Documents relatifs à la chimie pure.

Section I. — Corps simples.

(125) ***Équivalents et poids atomiques employés dans l'Agenda.***

Nous donnons dans la table **126** les poids atomiques des corps simples tels qu'ils résultent des dernières déterminations et travaux d'ensemble publiés récemment. Le présent tableau donne, pour les corps les plus usuels, les équivalents généralement adoptés (*Encyclopédie chimique* de M. Fremy) et les poids atomiques qui nous ont servi à calculer les facteurs d'analyse de la table **141** : c'est le résumé de la table **125**, datant de la première édition de l'Agenda, et de la table **127** de l'édition de 1886 ; nous ajoutons les valeurs moyennes probables résultant des diverses déterminations publiées jusqu'ici : ces nombres sont probablement exacts actuellement à une unité près de l'ordre du dernier chiffre exprimé. L'hydrogène = 1.

Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique.		
			Ancienne table 125.	Ancienne table 127.	Valeurs probables.
Aluminium.....	Al	13,75	27,5	27	27
Antimoine	Sb	122	122	119,6	119,6
Argent.....	Ag	108	107,93	107,66	107,7
Arsenic.....	As	75	75	74,9	75
Azote.....	Az	14	14,044	14,01	14

Corps simples.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique.		
			Ancienne table 125.	Ancienne table 127.	Valeurs probables.
Baryum.....	Ba	68,	137,2	136,86	137
Bismuth.....	Bi	210	210	207,5	207,5
Bore.....	Bo	11	11	10,90	10,9
Brome.....	Br	80	79,952	79,76	79,8
Cadmium.....	Cd	56	112	111,7	111,7
Calcium.....	Ca	20	40	39,91	40
Carbone	C	6	12	11,97	12
Chlore.....	Cl	35,5	35,457	35,37	35,4
Chrome.....	Cr	26,3	52,4	52	52
Cobalt.....	Co	29.5	59	58,6	58,7
Cuivre.....	Cu	31,75	63,5	63,3	63,3
Étain.....	Sn	59	118	117,35	118
Fer.....	Fe	28	56	55,88	55,9
Fluor.....	Fl	19	19	19,06	19
Iode.....	I	127	126,85	126,54	126,5
Lithium.....	Li	7	7,012	7,01	7
Magnésium.....	Mg	12	24	24,3	24
Manganèse.....	Mn	27,5	55,2	54,8	54,8
Mercure.....	Hg	100	200	199,8	200
Molybdène.....	Mo	48	96	95,9	96
Nickel.....	Ni	29,5	59	58,6	58,6
Or	Au	98,5	196,2		196,6
Oxygène.....	O	8	16		16
Phosphore	P	31	31	30,96	31
Platine.....	Pt	98,5	197	194,3	194,4
Plomb.....	Pb	103,5	206.92	206,39	206,4
Potassium.....	K	39.1	39,137	39,03	39,1
Silicium	Si	14	28	28	28
Sodium.....	Na	23	23,043	23	23
Soufre.....	S	16	32,075	31,98	32
Strontium	Sr	43,75	87,5	87,3	
Thallium.....	Tl	204	204	203,7	203,7
Titane.....	Ti	25	50	50,25	50
Tungstène	Tu	92	184	183,6	183,6
Uranium.....	U	60	120	239,8	239,0
Vanadium.....	V	51.4	51.3	51,1	51.2
Zinc.....	Zn	32,5	65	65,23	65

(126) *Poids atomiques des corps simples.*

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Poids atomiques. Meyer et Seubert.	Poids atomiques. Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations.
Aluminium...	Al	0,5	27,01	27,04	27,08	0,05	0 202	26,992 (Baubigny)
Antimoine ...	Sb		119,96	119,6	120,0	0,2	0,0495	120,193 (Bongarts)
Argent.....	Ag	0,05	107,67	107,66	107,93	0,01	0,0559	
Arsenic.....	As	0,5	74,92	74,9	75,0	0,3	0,083 (crist.)	
Azote.....	Az ou N	0,05	14,02	14,01	14,05	0,1		
Baryum.....	Ba	0,5	136,76	136,86	137,1	0,1		
Bismuth	Bi		207,52	207,5	208,0	0,3	0,0305	207,64 (Marignac)
Bore	Bo	0,1	10,94	10,9	11,0	0,1	0,366/233°	
Brome.....	Br	0,05	79,77	79,76	79,955	0,01	0,0843 (sol.)	
Cadmium....	Cd	0,5	111,84	111,7	112,1	0,2	0,548	111,955 (Huntigton)
Calcium	Ca	0,1	39,99	39,91	40,0	0,05	0,1804	
Carbone	C	0,05	11,97	11,97	12,005	0,005	0,459/985°	11,977 (Friedel)
Cérium	Ce		140,42	141,2	141,5	1	0,04479	
Césium.....	Cs	0,5	132,58	132,7	132,8	0,3		
Chlore.....	Cl	0,05	35,37	35,37	35,456	0,005		
Chrome.....	Cr	1	52,01	52,45	52,3	0,3		52,09 (Baubigny)
Cobalt.....	Co	1	58,89	58,6	60,0	0,5	0,1067	58,74 (Zimmermann)
Cuivre.....	Cu	0,5	63,17	63,18	63,33	0,02	0,0968/247°	63,299 (Baubigny)
Décipium	De			171				
Didyme.	Di		144,57	145,0	145	3	0,04563	142,124 (Cleve)
Erbium.....	Er		165,89	166,0	166	2		
Étain.....	Sn		117,7	117,35	118,1	0,1	0,0559	
Fer.....	Fe	0,1	55,91	55,88	56,0	0,05	0,1267/300°	56,0 (Baubigny)

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations.
Fluor.....	Fl	0,1	18,98	19,06	19,0	0,1		
Gallium.....	Ga	0,5	68,85	69,9	70	1	0,079 (solide)	
Germanium..	Ge					0,1		72,3 (Winckler)
Glucinium ...	Gl	0,5	9,08	9,08	9,1	0,2	0,506/300°	9,081 (Nilson)
Hydrogène...	H	base	1	1	1	0,005		
Indium.....	In	0,5	113,4	113,4	113,7	0,5	0,05695	
Iode.	I	0,05	126,56	126,54	126,86	0,01	0,05412	
Iridium.....	Ir	0,5	192,65	192,5	193,0	0,2	0,0323	192,9 (Seubert)
Lanthane....	La		138,53	138,5	138	2	0,04485	138,019 (Cleve)
Lithium.....	Li	0,1	7,01	7,01	7,02	0,01	0,9408	
Magnésium...	Mg	1	23,96	23,94	24,4	0,05	0,245	24,309-24,319 (Marignac)
Manganèse...	Mn	1	53,91	54,8	55,0	0,1	0,1217	54,932 (Marignac)
Mercure	Hg	0,5	199,71	199,8	200,1	0,2	0,03192 (sol.)	
Molybdène...	Mo	0,5	95,53	95,9	96,0	0,3	0,0659	96,18 (Rammelsberg)
Nickel.....	Ni	1	57,93	58,6	58,8	0,5	0,10916	58,567 (Zimmerman)
Niobium.....	Nb		93,81	93,7	94	2		
Or	Au	1	196,16	196,2	196,7	0,5	0,0316	196,8 (Thorpe et Laurie)
Osmium.....	Os		198,49	195	195	5	0,03113	
Oxygène... .	O	0,05	15,96	15,96	16	base		
Palladium....	Pd	1	105,74	106,2	106,5	1	0,0592/100°	
Phosphore...	P	0,1	30,96	30,96	30,95	0,05	0,202/36°	
Platine.... ..	Pt	0,5	194,41	194,3	194,9	0,2	0,0377/1000°	194,85-194,41 (Seubert)
Plomb.....	Pb	0,1	206.47	206,39	206,91	0,05	0,0315/48°	
Potassium ...	K	0,05	39,02	39,03	39,144	0,01	0,1655	
Rhodium	Rh	1	104,05	104,01	104	1	0,05803	

Corps simples.	Symbole.	Erreur maxima.	Poids atomiques. Clarke.	Meyer et Seubert.	Van der Plaat.	Approximation.	Chaleur spécifique.	Dernières déterminations.
Rubidium....	Rb	0,1	85,25	85,2	85,4	0,1		
Ruthénium..	Ru	1	104,22	103,5	104	1	0,0611	
Samarium ...	Sa			150,02	150	0,5		150,021 (Cleve)
Scandium....	Sc	0,5	43,98	43,97	44	0,5		43,97 (Nilson)
Sélénium	Se	0,5	78,80	78,87	79	0,2	0,084 (crist.)	
Silicium	Si	1	28,19	28,0	28,0	0,1	0,203/232°	
Sodium.....	Na	0,05	23,00	22,99	23,05	0,005	0,2934	
Soufre.....	S	0,05	31,98	31,98	32,06	0,01	0,1764	
Strontium....	Sr	0,5	87,37	87,3	87,5	0,1		
Tantale.....	Ta		182,14	182,0	182,8	0,5		
Tellure.....	Te	1	127,96	127,7	125	3	0,0475	126,7 (Wills)
Thallium	Tl		203,71	203,7	204,2	0,5	0,03355	
Thorium.....	Th		233,41	231,96	233	1		231,99 (Nilson)
Thulium.....	Thu			170,7				
Titane.....	Ti		49,85	50,25	48,1	0,1		
Tungstène ...	Tu	0,5	183,61	183,6	184,0	0,2	0,035	
Uranium.....	U		238,48	239,8	240	1		
Vanadium....	V	0,1	51,26	51,1	51,3	0,1		
Ytterbium....	Yb		172,76	172,6	173	1		172,73 (Marignac)
Yttrium.....	Y		89,82	89,6	89,5	1		88,9 (Cleve)
Zinc.....	Zn	1	64,90	64,88	65,3	0,1	0,0935	65,232 (Baubigny)
Zirconium ...	Zr		89,37	90,4	90,5	1	0,6660	

(129) Table de Mendéléeff.

Les éléments répartis en groupes naturels et en séries périodiques.

Groupes :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Forme des composés :	RH (1) R^2O	RH^2 RO	RH^3 R^2O^3	RH^4 RO^2	RH^3 R^2O^5	RH^2 RO^3	RH R^2O^7	
Série 1 » 2	1 : H Li : 7	Gl : 9	Bo : 11	12 : C	14 : Az	16 : O	19 : Fl	
Série 3 » 4	23 : Na K : 39	24,3 : Mg Ca : 40	27 : Al Sc : 44	28 : Si Ti : 48	31 : P V : 51,3	32 : S Cr : 52	35,5 : Cl Mn : 55	Fe : 56. Co : 58,6. Ni : 58,6
Série 5 » 6	63 : Cu Rb : 85	65,3 : Zn Sr : 87.5	68,8 : Ga Y : 89,8?	72,3 : Gl Zr : 90	75 : As Nb : 94	79 : Se Mo : 95,5	80 : Br	Ru : 104. Rh : 104. Pd : 105,7
Série 7 » 8	108 : Ag Cs : 133	112 : Cd Ba : 137	113,4 : In La : 138,5	118 : Sn Cé : 140,5	120 : Sb Di : 146	125 : Te	127 : I Sm? 150?	
Série 9 » 10			159 ? Dp. Yb : 173		Ta : 182	W : 184		Os : 198 ? Ir 192,5 : Pt 194,4
Série 11 » 12	196 : Au	200 : Hg	204 : Tl	206,5 : Pb Th : 233,4	108,2 : Bi	U : 239		

1. H ou Et, Me, etc.

Section II. — Analyse par la voie humide.

(130) *Table des Réactions des principaux sels solubles.*

Abréviations :

ac.	acide.
add.	addition ou additionné.
alc.	alcalin.
chal.	chaleur.
col.	coloration.
compl.	complète. complétement.
conc.	concentré.
crist.	cristallisé.
d.	dans
décol.	décoloration.
dép.	dépôt.
ét.	étendu.
exc.	excès.
form.	formation.
gél.	gélatineux.
incompl.	incomplète. incomplétement.
insol.	insoluble, insoluble dans.
lent.	lentement.
liq.	liqueur.
neut.	neutre.
pr.	précipité.
pulv.	pulvérulent.
q.	quantité.
qq.	quelques.
R.	réactif.
rap.	rapide. rapidement.
suf.	suffisant. suffisamment.
sol.	soluble, soluble dans.
solut.	solution.
vap.	vapeurs.
vol.	volumineux.
HCl	acide chlorhydrique.
AzO^3H	acide nitrique.
SO^4H^2	acide sulfurique.
KHO	potasse.
Am.	ammoniaque.
AmHS	sulfhydrate d'ammonium
ferrocya.	ferrocyanure de potassium.
ferricya.	ferricyanure de potassium.
sulfocya.	sulfocyanate de potassium.

I. — SELS MINÉRAUX.

ALUMINIUM.

Ac. sulfhydrique, hydrofluosilicique, perchlorique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. KHO.

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. exc. R., se séparant compl. si l'on ajoute exc. d'un sel ammoniacal, mais non par chal.

Ammoniaque. — Pr. d'hydrate, pas compl. insol. exc. R.

Hydrate de baryum. — Pr. d'hydrate sol. exc. R., se séparant si l'on ajoute un sel ammoniacal.

Carbonate de potassium, de sodium ou d'ammonium. — Pr. d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. de phosphate, sol. ac. ou KHO.

Acide oxalique et oxalates. — Rien.

Sulfate de potassium ou *d'ammonium.* — Si sol. conc., dép. crist. d'alun.

Ferrocya. — Avec temps. Pr. vol.

Ferricya. — Rien.

AMMONIUM.

Voy. *Azote.*

ANTIMOINE.

I. — Sels antimonieux.

Eau. — Rend laiteuses les solut. des sels antimonieux, mais HCl fait disparaître le trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé ou coloration, si liq. très-ét.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. rouge-orangé, sol. exc. R., surtout si R. impur [contenant S].

Potasse. — Pr. blanc vol. d'hydrate sol. grand exc. R. Bouilli, le pr. devient cristallin (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. blanc vol. presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc vol. d'hydrate, sol. à chaud grand exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Comme ammoniaque.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc vol.

Ac. oxalique. — Pr. blanc vol.; avec temps précipitation compl.

Ferrocya.—Pr. blanc, insol. HCl.

Ferricya. — Trouble sol. HCl. (C'est l'action de l'eau du réactif.)

Noix de galle. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Pr. noir d'antimoine; d. capsule de platine, tache noire.

Permanganate de potassium. — Est décoloré.

Nitrate d'argent. — La sol. potassique de l'oxyde d'antimoine précipite avec temps ou par chal. de l'argent métallique du nitrate d'argent ammoniacal.

Chlorure d'or. — Est réduit par chal.

II. — Sels antimoniques.

a Solution chlorhydrique d'acide antimonique.

Les *alcalis* et *leurs carbonates* précipitent en blanc; les pr. se dissolvent à chaud exc. R.

Permanganate de potassium. — N'est pas décoloré.

Nitrate d'argent. — Voy. plus loin aux antimoniates.

La plupart des autres réactions sont semblables à celles des dérivés antimonieux.

b. Antimoniates.

Ac. chlorhydrique. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ac. nitrique et *sulfurique.* — Pr. blanc d'hydrate, insol. à froid, sol. à chaud.

Gaz carbonique. — Trouble.

Ac. sulfhydrique. — Pr. rouge-orangé, si la liq. ne contient pas de potasse libre.

Ac. oxalique. — Avec temps léger pr.

Nitrate d'argent. — Pr. gris d'antimoniate et d'oxyde d'argent, sol. compl. Am.; liq. ne dépose pas d'argent métallique ni avec temps, ni par chal.

ARGENT.

Ac. chlorhydrique et *chlorures.* — Pr. blanc, caillebotté de chlorure, sol. Am., insol. ac. A la lumière devient d'abord violet, puis noir.

Acide sulfhydrique. — Pr. noir, s. AzO^3H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir insol. exc. R.

Potasse. — Pr. brun d'oxyde; par ébullition devient noir. Insol. exc. R.; sol. Am.

Ammoniaque. — En très-petite quantité, pr. brun, sol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *de*

sodium. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre de carbonate anhydre; insol. exc. R., sol. Am.

Carbonate d'ammonium. — Pr blanc ou blanc-jaunâtre, sol. R.

Carbonate de baryum. — Pas d'action.

Phosphate de sodium. — Pr. jaune, insol. exc. R., sol. Am. ou AzO^3H.

Pyrophosphate de sodium. — Pr. blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaunâtre, peu sol. Am.; insol. AzO^3H.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Pr. brun-rouge.

Chromate de potassium. — Pr. brun-rouge, sol. Am. et AzO^5H.

Zinc métallique. — Dép. noir ou grisâtre d'argent métallique.

ARSENIC.

I. — Arsénites.

Ac. chlorhydrique. — Pr. d'acide arsénieux, sol. exc. R.

Ac. sulfurique, azotique, acétique. — Précipitent au bout d'un temps très-long.

Acide sulfhydrique. — Si liq. neut., presque rien; si liq. ac., pr. jaune-serin de sulfure, sol. d. alcalis, leurs sulfures et carbonates, sol. Am., insol. HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. jaune, sol. Am., nitrate d'ammonium, AzO^5H et ac. acétique. Liq. ammoniacale add. de KHO donne à chaud miroir d'argent

Azotate mercurique. — Pr. blanc devenant gris par temps ou ébullition (mercure métallique).

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-pomme, sol. en bleu Am. ou KHO; solut. potassique dépose par temps ou chal. de l'oxyde cuivreux rouge.

Permanganate de potassium. — Est bruni par les liq. neut. et décoloré par les liq. acidulées.

Chlorure d'or. — Est réduit à chaud par les liq. acidulées.

II — Arséniates.

Ac. chlorhydrique, sulfurique, azotique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. neut. rien; si liq. acidulées form. lente d'un pr. jaune. Chal. favorise form. du pr. Insol. HCl, sol. d. alcalis, leurs carbonates et sulfures.

Sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-brique sol. AzO^5H ou Am. Solut. ammoniacale add. de KHO n'est pas réduite par chal.

Sulfate de cuivre. — Pr. bleu-verdâtre.

Nitrate de bismuth. — Pr. blanc, très-peu sol. AzO^3H ét.

Sulfate de magnésium additionné de chlorure ammonique et d'ammoniaque. — Pr. crist. semblable au phosphate ammoniaco-magnésien.

Molybdate d'ammonium, additionné d'un exc. d'acide azotique. — Par chal., pr. jaune cristallin d'arséniomolybdate ammonique.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, sol. ac. acétique

Permanganate de potassium. — N'est pas réduit.

Chlorure d'or. — Pas de réduction.

AZOTE.

I. — Sels ammoniacaux.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, carbonates alcalins. — Rien.

Potasse. — A chaud, dégagement d'ammoniaque, reconnaissable à l'odeur, et aux fumées blan-

ches qu'il donne à l'approche d'une baguette humectée de HCl.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate, sol. d. une grande q. d'eau, sol. KHO; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique et *perchlorique.* — Si liq. pas trop conc., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune pâle, peu sol. d. eau, insol. d. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. lent d'alun; si liq. ét., rien.

Hypobromite de sodium. — Dégagement d'azote à froid.

II. — Azotites.

Ac. sulfurique étendu. — Si liq. conc., dégagement d'oxyde azotique; si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique.—Si liq. très-légèrement acidulée par HCl, dép. de soufre et form. d'am.

Chlorure de baryum ou *de calcium.* — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. d. une grande q. d'eau, surtout à chaud.

Permanganate de potassium. — Si liq. neut., rien; si liq. ac., décol.

Iodure de potassium amidonné.— Si liq. légèrement ac., coloration bleue intense.

Sulfate ferreux. — Comme pour les azotates.

III. — Azotates.

Ac. sulfurique et *chlorhydrique, chlorure de baryum* et *de calcium, acétate de plomb.* — Rien.

Acide sulfhydrique. — Si liq. très-conc. et add. de SO^4H^2, dépôt de soufre; si liq. plus ét., rien.

Permanganate de potassium, iodure de potassium amidonné. — Rien.

Sulfate ferreux. — Sel solide broyé avec SO^4H^2 conc. et add. d'une goutte de la sol. d'un azotate, produit col. rose ou pourpre.

Tournure de cuivre et acide sulfurique.— Dégagement d'oxyde azotique.

Sulfate d'indigo. — Si liq. acidulée par SO^4H^2, décol. par chal.

BARYUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Si liq. conc., pr. crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou d'ammonium. — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc pulv., sol. HCl, ac. acétique et oxalique. Si liq. très-ét., rien.

Ac. sulfurique et *sulfates* (surtout sulfate calcique). — Pr. blanc lourd, insol. HCl, lentement déc. par carbonates alcalins à chaud.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc crist., presque insol. HCl. Si liq. très-ét., pr. ne se produit que par temps ou chal.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Pr. jaune, presque insol. d. eau, sol. HCl.

Succinate d'ammonium. — Pr. instantané, si liq. conc.; lent, si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc., avec temps, pr. crist.

Ferricya. — Rien.

BISMUTH.

Sels bismuthiques.

Eau. — Dédouble les sels en sels acides qui se dissolvent et en sels basiques insol.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS, sol. AzO^5H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. ex. R.

Potasse et ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipité compl. à froid.

Ferrocya.—Pr. blanc, insol. HCl.

Ferricya.—Pr. jaune, insol. HCl.

Iodure de potassium. — Pr. brun, sol. exc. R.

Bichromate de potassium. — Pr. jaune, sol. AzO^3H, insol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. noir de bismuth métallique.

BORE.

Borates.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. ac. ou d. chlorure d'ammonium.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. Am.

Azotate d'argent. — Pr. blanc ou blanc-jaunâtre, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. très-ét., pr. gris d'oxyde d'argent.

Papier de curcuma. — Trempé d. sol. légèrement acidulée par HCl ét., brunit par dessiccation.

Alcool. — Les borates mêlés de SO^4H^2 conc. ou l'ac. borique libre colorent en vert la flamme de l'alcool.

BROME.

I. — Bromures.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. une grande quantité d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc jaunâtre, insol. AzO^3H, moins sol. Am. que le chlorure d'argent; devient gris à la lumière.

Azotate palladeux.—Pr. brun-rouge; si liq. très-ét., pr. ne se forme qu'avec temps. Le chlorure palladeux ne précipite pas.

Eau de chlore. — Coloration rouge-jaunâtre que l'éther ou le sulfure de carbone enlèvent au liquide.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.* — Par chal., vap. rouge foncé de brome.

II. — Bromates.

Acétate de plomb. — Pr. blanc; si liq. très-ét., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. AzO^3H, sol. Am.

Azotate mercureux. — Pr. blanc-jaunâtre, presque insol. AzO^3H froid.

Ac. sulfurique conc. — Dégage à chaud vap. de brome et oxygène.

CADMIUM.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune vif, insol. AmHS, sol. AzO^5H bouillant.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. jaune vif, insol. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Ammoniaque.— Pr. blanc d'hydrate, très-sol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. blanc, légèrement jaunâtre, sol. HCl.

Ferricya.— Pr. jaune, sol. HCl.

Sulfocya. — Rien, même après add. d'ac. sulfureux.

Zinc métallique. — Dép. écailleux assez brillant de cadmium.

CALCIUM.

Ac. sulfhydrique et sulfhydrate d'ammonium. — Rien.

Potasse.— Pr. blanc d'hydrate, sol. d. beaucoup d'eau.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr blanc, pulv., même si liq. très-ét., sol. HCl, insol. ac. acétique et oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc crist., très-sol. HCl; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique.— Rien.

Chromate et *bichromate de potassium.* — Rien.

Succinate d'ammonium. — Si liq. conc., pr. crist.; si liq. ét., rien.

Ferrocya. — Rien, à moins que liq. ne soit très-conc.

Ferricya. — Rien.

CARBONE.

(Voyez plus loin aux *Sels organiques.*)

CHLORE.

I. — Chlorures.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. d. beaucoup d'eau.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. AzO^3H, très-sol. Am; à la lumière, devenant violet, puis noir.

Azotate palladeux. — Rien.

Peroxyde de manganèse et *ac. sulfurique.*— Par chal., degagement de chlore.

II. — Hypochlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate de plomb.— Pr. blanc, devenant avec temps rouge-orangé et enfin brun (peroxyde de plomb).

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypochlorite, se dédoublant très-rap. en chlorure et chlorate.

Sulfate manganeux.—Pr. brun de peroxyde de manganèse hydraté.

Permanganate de potassium. — N'est pas altéré.

Ac. chlorhydrique, sulfurique. — Dégagement de chlore à froid.

Indigo. — Est décoloré lent. par les sol. alc., rap. après add. d'ac. Si l'on ajoute de l'ac. arsénieux à l'indigo, la décol. n'a lieu qu'après l'oxydation compl. de cet acide.

III. — Chlorites.

Chlorure de baryum. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc de chlorite, sol. d. beaucoup d'eau.

Permanganate de potassium. — Est décomposé aussitôt avec form. d'un dép. brun.

Indigo. — Est décoloré instantanément, même en présence de l'ac. arsénieux.

IV. — Chlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Si liq. ét., rien; si liq. conc. ou chaude, dégagement d'un gaz jaune (chlore et composes oxygénés).

Ac. sulfurique. — Qqs. parcelles d'un chlorate, introduit d. SO^4H^2 conc., dégagent du peroxyde de chlore jaune décomposable par la chal. avec explosion.

Indigo. — N'est pas décoloré; mais si l'on ajoute un peu SO^4H^2 ét. et peu à peu du sulfite de sodium, la décol. a lieu aussitôt.

V. — Perchlorates.

Chlorure de baryum ou *azotate d'argent.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. décompose difficilement, même à chaud.

Indigo. — N'est pas décoloré, même après add. de sulfite sodique.

Sels de potassium. — Si liq. conc. dép. crist. de perchlorate potassique.

CHROME.

I. — Sels chromiques.
(Verts ou violets.)

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sufhydrate d'ammonium.—Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate.

Potasse. — Pr. vert-bleu d'hydrate, sol. exc. R. en vert-émeraude. Cette solut. précipite en vert par l'ébullition ou par add. d'un sel ammoniacal.

Ammoniaque. — Pr. vert-gris ou bleu-gris d'hydrate presque insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. vert clair d'hydrate, sol. grand exc. R.; la solut. vert-bleuâtre ne précipite pas par ébullition.

Carbonate de baryum.—Précipitation compl., mais lente à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. vert ou bleu-violet.

Ac. oxalique. — Rien.

Ferrocya. — Rien.

Peroxyde de plomb. — Chauffé avec sol. alc. d'hydrate de chrome, donne liq. jaune contenant du chromate de plomb; ac. acétique y produit pr. jaune.

II. — Chromates.

Ac. sulfhydrique. — Si liq. ac., pr. de soufre et réduction à l'état de sel chromique.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. vert-gris-bleuâtre, vert à chaud, d'hydrate chromique.

Ac. chlorhydrique. — A chaud dégagement de chlore; la liq. avant de devenir verte, passe par rouge, orangé et brun.

Ac. sulfureux.—Colore en vert.

Alcool. — Si liq. ac., par chal. odeur d'aldéhyde et col. verte.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc-jaunâtre, sol. $HCl,HAzO^3$.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, sol. KHO, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent. — Pr. rouge-pourpre; si liq. tr.-ét., rien.

Azotate mercureux. — Pr. rouge-brique.

Eau oxygénée. — Col. bleu foncé, très-fugace, puis dégagement d'oxygène et pr. vert sale ou brun d'hydrate de chrome. Éther, agité avec liq., dissout la matière bleue et la rend beaucoup plus stable.

COBALT.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très-faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R. très-difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. bleu, devenant vert sale à l'air; avec temps ou par chal. passe au rouge pâle. Insol. exc. R.

Ammoniaque. — Même pr. bleu que la potase; sol. en un liq. brun-rougeâtre grand exc. R. Si liq. contient sels ammoniacaux, pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. couleur fleur de pêcher, devenant violet par chal.

Carbonate d'ammonium. — Pr. couleur fleur de pêcher, sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya.— Pr. vert, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Si liq. fortement acidulée d'ac. acétique, pr. jaune crist.

CUIVRE.

I. — Sels cuivreux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, presque insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse.—En petite q., pr. blanc de sel cuivreux qui n'était soluble que d. exc. d'ac.; si l'on ajoute une plus grande q. de potasse, pr. jaune-brunâtre d'hydrate insol. exc. R.

Ammoniaque. — A l'abri de l'air, liq. incolore, bleuissant à l'air.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune d'hydrate cuivreux.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux.

II. — Sels cuivriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir. un peu sol. AmHS; sol. cyanure potassique, insol. sulfure sodique.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — Pr. bleu, vol. d'hydrate, presque insol. exc. R.; devient noir par chal. (oxyde).

Ammoniaque. — Pr. verdâtre de sel basique, très-sol. en bleu céleste, exc. R.

Carbonate de potassium. — Dégagement de CO^2 et pr. bleu-vert de carbonate basique, sol. AzH^3.

Carbonate d'ammonium. — Pr. verdâtre, sol. en bleu céleste exc. R.

Carbonate de baryum. — Précipite presque compl. à froid.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre, insol. HCl.

Sulfocya. — Si liq. conc., pr. noir; si liq. ét., rien; l'add. d'ac. sulfureux fait apparaître un pr. blanc de sulfocyanate cuivreux.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun, insol. HCl; si liq. très-ét. col. rouge.

Iodure de potassium. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et liq. brune (iode libre).

Zinc métallique. — Dép. brun foncé de cuivre métallique.

Lame de fer. — Dép. rouge, métallique de cuivre.

ÉTAIN.

I. — Sels stanneux.

Ac. sulfhydrique. — Pr. brun foncé, insol. AmHS pur; sol. d. le R contenant un exc. de soufre. Les ac. pr. de la solut. du sulfure stannique jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-foncé, sol. exc. R. impur.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.; si liq. conc. et chaude, potasse en précipite de l'oxyde stanneux noir.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R. par ébull. se transforme en oxyde stanneux brun-olive.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate insol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. même à froid.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Ferrocya. — Pr. gél. blanc., insol. HCl.

Ferricya.— Pr. blanc. sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc de chlorure mercureux; si sel stanneux en excès, avec temps ou par chal. le pr. devient gris (mercure métallique).

Chlorure d'or. — Si liq., add. de qqs. gouttes d'ac. azotique, pr. brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. blanc-jaunâtre.

Zinc métallique. — Dép. spongieux d'étain métallique.

II. — Sels stanniques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. jaune de sulfure stannique sol. AmHS ou KHO, difficilement Am.

Sulfhydrate d'ammonium. — Même pr. jaune, sol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. ac. ou exc. R. (*stannate*) mais qui peut reparaître si l'on ajoute KHO très-conc., dans laquelle le stannate est peu soluble.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. blanc d'hydrate, peu sol. exc. R.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Rien.

Chlorure mercurique, chlorure d'or ou *iodure de potassium.* — Rien.

Zinc métallique. — Si sol. ne contient pas exc. d'ac., dép. d'étain spongieux et d'hydrate stannique.

FER.

I. — Sels ferreux.

Ac. sulfhydrique. — Rien; si l'ac. est très-faible, col. noire.

Sulfhydrate d'ammoniaque. — Pr. noir de sulfure, insol. exc. R., très-sol. HCl. Si liq. très-ét., col. verte et pr. noir avec temps.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, s'oxydant facilement et devenant vert, puis brun; insol. KHO, sol. incompl. Am.

Ammoniaque. — Même pr., sol. incompl. exc. R., plus sol. en présence de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, verdissant à l'air, plus lentement que l'hydrate.

Carbonate de baryum. — A froid, rien; à chaud, pr. complète.

Ac. oxalique. — Pr. jaune d'oxalate se formant lentement.

Ferrocya. — Pr. blanc, insol. HCl, bleuissant avec temps à l'air, instantanément par add. AzO^5H.

Ferricya. — Pr, bleu foncé, insol. HCl (bleu de Turnbull).

Sulfocya. — Rien.

Succinate ammonique. — Rien.

Tannin. — Rien.

Chlorure d'or. — Dép. brun d'or métallique.

Permanganate de potassium. — Est décoloré instantanément.

II. — Sels ferriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel ferreux.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir de sulfure ferreux mêlé de soufre libre.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. rouge-brun, vol. d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Dégagement de CO^2 et pr. rouge-brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ac. oxalique. — Col. rouge.

Ferrocya. — Pr. bleu foncé de bleu de Prusse, insol. HCl.

Ferricya. — Col. vert-brun.

Sulfocya. — Col. rouge-sang.

Succinate ou *benzoate d'ammonium.* — Pr. brun, très-sol. ac.

Tannin. — Pr. noir-bleuâtre (encre).

Chlorure d'or. — Rien.

Permanganate de potassium. — Rien.

FLUOR.

Fluorures.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage par chal. un gaz fumant à l'air et corrodant le verre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc vol. de fluorure, sol. d. grande q. HCl. Am. ne le précipite que très-lentement de la sol.

Chlorure de calcium. — Pr. gél. transparent, difficile à apercevoir. Am. ou chal. détermine la séparation du pr.

Azotate d'argent. — Rien.

IODE.

I. — Iodures.

Ac. sulfurique. — Form. d'iode libre.

Ac. azotique. — Si ac. contient vap. nitreuses ou si l'on chauffe, form. d'iode libre, qui suivant la concentration de la liq. se sépare ou reste en dissolution en colorant en brun ou en jaune. Si liq. est agitée avec un peu de chloroforme ou de sulfure de carbone, ceux-ci se colorent en rouge-violet, tandis que liq. devient incolore. Sol. d'amidon produit dans la liq. une col. bleu intense (réaction extrêmement sensible).

Eau de chlore. — Form. d'iode libre, reconnaissable comme on vient de le dire. Éviter d'employer exc. R., qui donnerait du chlorure d'iode.

Chlorure de baryum. — Rien.

Acétate de plomb. — Pr. jaune, très-peu sol. à froid.

Azotate d'argent. — Pr. jaunâtre, insol. AzO^3H, très-peu sol. Am; noircit à la lumière.

Azotate palladeux. — Pr. brun-noir, à peine sol. HCl ou AzO^3H. Le chlorure palladeux produit le même pr.

Sulfate de cuivre. — Pr. blanc d'iodure cuivreux et col. de la liq. en brun (iode libre).

Perchlorure de fer. — Form. d'iode libre.

II. — Iodates.

Ac. sulfurique ou *azotique.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Par chal. dégagement de chlore.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc crist., sol. Am. très-peu sol. AzO^3H.

Ac. sulfhydrique. — D. liq. acidulée par SO^4H^2 form. de soufre et d'iode libre (reconnaissable par amidon). Un exc. R. décolore de nouveau la liq. qui contient alors de l'ac. iodhydrique.

Ac. sulfureux. — Agit de même, mais ne donne pas de soufre libre.

LITHIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. conc., pr. cristallin, blanc, de carbonate, sol. d. grande q. d'eau.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate, à froid lent à se former, à chaud rapide. Si liq. très-ét. rien. Le pr. est sol. HCl et Am. ne le reprécipite pas.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. blanc.

Ac. perchlorique. — Rien ou trouble si liq. conc.

Chlorure de platine. — Rien.
Sulfate d'aluminium. — Rien.

MAGNÉSIUM.

Ac. sulfhydrique et *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse. — Pr. vol. blanc d'hydrate, insol. exc. R., sol. d. sel ammoniac.

Ammoniaque. — Pr. vol. blanc d'hydrate; la précipitation est incompl.; si liq. contient ac. libre ou sels ammoniacaux en q. suf., pas de pr.

Carbonate de potassium. — Pr. vol. de carbonate basique, sol. d. sel ammoniac. Si liq. ac. ou ét., rien à froid, mais pr. par chal.

Carbonate d'ammonium. — Rien; si liq. neut., par le temps dép crist. blanc de carbonate magnésien ou de carbonate ammoniaco-magnésien.

Carbonate de baryum. — Rien.

Oxalate d'ammonium. — Rien; si liq. neut. et très-conc., avec temps, pr. crist. blanc.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc de phosphate; si liq. ét. rien, mais pr. par chal. Les sol. renfermant un sel magnésien, un sel ammoniacal et Am. libre donnent avec le phosphate sodique un pr. crist. de phosphate ammoniaco-magnésien très-peu sol. d. l'eau ammoniacale. Si liq. très-ét, pr. se forme avec temps ou par frottement.

Ferrocyanure de potassium. — Si liq. conc., pr. blanc.

Ac. sulfurique, ac. hydrofluosilicique, chromate de potassium. — Rien.

MANGANÈSE.

I. — Sels manganeux.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. de sulfure couleur de chair, devenant brun à l'air, insol. exc. R., très-sol. d. ac., même d. ac. acétique.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, devenant rap. brun à l'air, insol. exc. R.; précipite incompl. en présence de sels ammoniacaux.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate; précipitation incompl. ou nulle en présence d'un grand exc. de sels ammoniacaux.

Carbonates alcalins. — Pr. blanc de carbonate, devenant brun à l'air, moins rap. que l'hydrate; peu sol. d. sel ammoniac.

Carbonate de baryum. — A froid, rien (excepté d. sulfate); à chaud, précipitation.

Ac. oxalique. — Si liq. conc. avec temps, pr. blanc crist.

Ferrocya. — Pr. blanc-rose; sol. HCl.

Ferricya. — Pr. brun, insol. HCl.

Peroxyde de plomb. — Ac. azotique et peroxyde de plomb donnent à chaud col. rouge-pourpre (ac. permanganique). La liq. ne doit pas contenir de chlore.

II. — Sels manganiques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. de soufre et réduction à l'état de sel manganeux.

Ac. chlorhydrique. — Dégage du chlore par chal.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. couleur de chair de sulfure manganeux.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. vol. brun foncé d'hydrate; insol. exc. R

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.

Carbonate de baryum. — Pr. compl. à froid.

Ferrocya. — Pr. gris-verdâtre.

Ferricya. — Pr. brun.

III. — Manganates.

Acides. — Colorent en rouge et transforment les sels en permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse ou *carbonate de potassium.* — Rien.

Ac. chlorhydrique. — Colore en rouge; par chal., dégagement de chlore et la liq. passe au brun, puis au rose (chlorure manganeux).

Ac. sulfureux ou *sels ferreux.* — Si liq. ac., décol. instantanée.

IV. — Permanganates.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Pr. de sulfure manganeux, mêlé de soufre.

Potasse. — Fait passer la couleur rouge au vert; chal. favorise la réaction.

Ammoniaque. — Pr. en brun et décolore.

Ac. azotique ou *sulfurique.* — Rien; si liq. conc. et qu'on chauffe, dégagement d'oxygène.

Ac. chlorhydrique. — La couleur rouge persiste longtemps à froid; par chal., dégagement de chlore et col. de la liq. en rose clair.

Ac. sulfureux ou *sels ferreux.* — Si liq. ac., décol. instant.; si liq. neut., décol. et pr. brun.

MERCURE.

I. — Sels mercureux.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Pr. blanc de chlorure, insol. ac. ét.; Am. le colore en noir.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse, ammoniaque ou *carbonate d'ammoniaque.* — Pr. noir ou gris-noirâtre, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. jaune sale, noircissant par chal.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, insol. exc. R., devenant gris par chal.

Ferrocya. — Pr. blanc gél.

Ferricya. — Pr. rouge-brun, devenant blanc.

Iodure de potassium. — Pr. jaune-vert d'iodure mercureux, que exc. R. dédouble en mercure métallique pulv. et en iodure mercurique qui se dissout.

Chlorure stanneux. — Pr. blanc, devenant bientôt gris (mercure métallique).

Cuivre. — Se recouvre d'une couche grise de mercure, devenant brillante par frottement.

II. — Sels mercuriques.

Eau. — Dédouble un grand nombre de sels mercuriques en sels acides solubles et en sels basiques jaunes ou insolubles.

Ac. chlorhydrique ou *chlorures.* — Rien.

Ac. sulfhydrique. — En petite q., pr. blanc (comb. de sulfure et du sel non décomposé); devenant noir par exc. R.; presque insol. AmHS; insol. AzO^3H, même bouillant; sol. d. eau régale.

Sulfhydrate d'ammonium. — De même.

Potasse. — En pet. q., pr. rouge-brun; en exc., pr. jaune d'oxyde.

Ammoniaque ou *carbonate am-*

monique. — Pr. blanc, sol. grand exc. R.

Carbonate de potassium. — Pr. rouge-brun.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — D. le bichlorure, rien, ou avec temps pr. rouge; d. le nitrate, pr. blanc de phosphate.

Ferrocya. — Si liq. pas trop ét., pr. blanc, devenant bleu, par suite de la form. de bleu de Prusse et de cyanure de mercure.

Chlorure stanneux.— Pr. blanc de calomel; gris par ex. R.

Iodure de potassium. — Pr. rouge, sol. exc. liq. et exc. R.

Cuivre.— Dép. gris de mercure.

MOLYBDÈNE.

Molybdates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, sol. exc. R. et d. beaucoup d'eau.

Ac. sulfhydrique.— Si liq. ac., d'abord col. bleue, puis brune, et enfin pr. brun, sol. AmHS; chal. favorise la précipitation.

Sulfhydrate d'ammonium. — Si liq. ammoniacale, R. en petite q. donne par chal. pr. brun, et liq. se col. en rouge foncé; cette liq. possède un grand pouvoir colorant. Exc. R. détruit col. et dissout pr.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H et Am.

Phosphates. — Liq. additionné exc. AzO^3H, puis d'une très-petite q. de phosphate, donné avec temps ou par chal., pr. jaune crist., sol. Am.

Ferrocya. — Pr. brun sol. AzH^3.

Chlorure stanneux. — Pr. vert-bleuâtre, sol. en bleu ac.

Sulfate ferreux. — Si liq. ac., col. bleue; exc. R. fournit pr. brun et liq. brune.

Zinc ou *étain.* — En présence de HCl col. bleue, puis verte et à la fin brune.

NICKEL.

Ac. sulfhydrique. — Rien, ou si ac. très-faible, louche noirâtre.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., très-difficilement sol. HCl.

Potasse. — Pr. vert clair d'hydrate, insol. exc. R. et inaltérable par chal.

Ammoniaque. — En petite q., trouble verdâtre, sol. en bleu exc. R.; potasse précipite l'hydrate de cette solut.

Carbonate de potassium. — Pr. vert-pomme de carbonate basique.

Carbonate d'ammonium. — Pr. vert-pomme, sol. exc. R. en bleu-verdâtre.

Carbonate de baryum.— Ne précipite pas, excepté le sulfate.

Ferrocya. — Pr. blanc-verdâtre, insol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-vert, insol. HCl.

Azotite de potassium. — Ne précipite pas.

OR.

Sels auriques.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir-brun, insol. HCl, AzO^3H, sol. eau régale et AmSH jaune.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir-brun, sol. exc. R.

Potasse. — En petite q., pr. jaune-rouge, très-sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. jaune-rougeâtre d'or fulminant, insol. exc. R.

Carbonate de potassium. — A froid, rien ; à chaud, pr. brun d'hydrate.

Carbonate d'ammonium. — Dégagement de gaz carbonique et pr. d'or fulminant.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; pr. incompl. à chaud.

Ac. oxalique. — A froid, lent., à chaud, rap. dégagement de CO^2, col. verte et à la fin dép. d'or métallique.

Ferrocya. — Col. ou pr. vert-émeraude.

Ferricya. — Rien.

Sulfate ferreux. — Dép. brun d'or métallique.

Chlorure stanneux, avec qqs. gouttes AzO^3H. — Pr. rouge-pourpre ou rouge-brun de pourpre de Cassius.

Iodure de potassium. — Pr. jaune d'iodure aureux, et form. d'iode libre qui colore la liq.

Zinc métallique. — Dép. vol. d'or métallique.

PHOSPHORE.

I. — Hypophosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium, acétate de plomb. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hypophosphite, noircissant rap. (argent métallique).

Chlorure mercurique. — Si R. en exc., pr. blanc de chlorure mercureux ; si liq. en exc., dép. gris de mercure métallique.

Sulfate de cuivre. — L'ac. libre, chauffé vers 60° avec le R., donne pr. rouge d'hydrure de cuivre, sol. HCl avec dégagement d'hydrogène ; si l'on chauffe trop fort, dép. de cuivre métallique.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de gaz sulfureux et pr. de soufre.

Zinc et ac. sulfurique. — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

II. — Phosphites.

Chlorure de baryum, chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. ac. acétique ; si liq. très-ét., rien.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, insol. ac. acétique.

Azotate d'argent ammoniacal. — A froid, lent., à chaud, rap. dép. d'argent métallique.

Chlorure mercurique.—A froid, lent., à chaud, rap. pr. blanc de chlorure mercureux.

Sulfate de cuivre. — Rien.

Zinc et ac. sulfurique. — Dégagement d'hydrogène phosphoré.

III. — Phosphates ordinaires.

L'*acide phosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc de phosphate, sol. HCl et ac. acétique, presque insol. sel ammoniac.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. HCl et ac. acétique, assez sol. sel ammoniac.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Pr. blanc crist. de phosphate ammoniaco-magnésien, sol ac., insol. Am. Si liq. très-ét., pr. se forme avec temps ou par frottement.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, vol. insol. ac. acétique, sol AzO^3H.

Nitrate d'argent. — Pr. jaune clair, sol. AzO^3H ou Am. Si liq. neut., elle prend une réaction ac.

Perchlorure de fer. — Pr. gél. blanc-jaunâtre, sol. HCl, insol. ac. acétique.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid avec temps, à chaud rap. pr. jaune crist. très-sol. Am.

Acétate d'urane. — Pr. jaune, insol. ac. acétique, sol. ac. minéraux.

Nitrate ac. de bismuth. — Pr. blanc dense, insol. AzO^3H ét.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

IV. — Pyrophosphates.

L'*acide pyrophosphorique libre* ne coagule pas l'albumine et ne précipite pas les sels de baryum ou d'argent, en solut. ét.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, sol. HCl.

Sulfate de magnésium. — Pr. blanc, sol. exc. R. Am. ne le précipite pas de cette solut.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Molybdate d'ammonium, add. d'un exc. AzO^3H. — A froid pas de précipité; à l'ébullition, pr. jaune après qq. temps.

Chlorure lutéocobaltique.—Pr. de paillettes brillantes jaune-rougeâtre pâle.

V. — Métaphosphates.

L'*acide métaphosphorique libre* coagule l'albumine et précipite en blanc les sels de baryum et d'argent.

Sulfate de magnésium, add. de sel ammoniac et d'Am. — Rien.

Nitrate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure lutéocobaltique. — Rien.

PLATINE.

Sels platiniques.

Acide oxalique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Col. brune, puis pr. brun-noir, insol. HCl., AzO^3H, sol. eau régale et AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. brun-noir, sol. exc. R.

Potasse ou *ammoniaque.* — Si liq. renferme chlorure, pr. jaune, sol. à chaud exc. R. Si liq. contient un oxysel, pr. jaune-brun, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. jaune, insol. exc. R.

Carbonate de sodium. — A froid, rien; à chaud, pr. brun.

Ferrocya. — Pr. jaune de chloroplatinate.

Chlorure de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. crist. jaune; si liq. et., pr. se forme avec temps ou par add. d'alcool.

Chlorure stanneux. — Col. rouge-brun (chlorure platineux).

Sulfate ferreux. — Rien; par ébullition prolongée, dépôt de platine métallique.

Iodure de potassium. — Col. brun-rouge, puis pr. brun.

PLOMB.

Ac. chlorhydrique.— Pr. blanc, crist., insol. Am et ne changeant pas de couleur, inaltérable à la lumière. Si liq. ét., rien.

Ac. sulfhydrique. — Pr. noir, insol. AmHS.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R.

Potasse. — Pr. blanc d'hydrate, sol. exc. R.

Ammoniaque. — Pr. blanc d'hydrate, insol. exc. R.

Carbonate de potassium ou

d'ammonium. — Pr. blanc de carbonate, à peine sol. exc. R.

Carbonate de baryum. — Rien à froid ; précipitation compl. par ébullition prolongée.

Ferrocya. — Pr. blanc.

Ferricya. — Rien.

Ac. sulfurique ou *sulfates.* — Pr. blanc de sulfate, presque insol. d. eau, sol. KHO ou tartrate ammonique ; noircit par AmHS.

Iodure de potassium. — Pr. jaune, sol. exc. R ou KHO.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, insol. AzO^3H ét., sol. KHO.

Zinc métallique. — Dép. gris noirâtre de plomb métallique.

POTASSIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Si liq. conc., pr. crist. de bitartrate ; sol. beaucoup d'eau, sol. KHO et ac. minéraux ; si liq. ét., rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. opalin, à peine visible.

Ac. perchlorique. — Pr. crist. blanc de perchlorate insol. alcool ; si liq. ét., rien.

Chlorure platinique. — Pr. jaune de chloroplatinate, très-peu sol. eau, insol. alcool éthéré.

Sulfate d'aluminium. — Dép. crist. d'alun, lent à se former ; si liq. ét., rien.

Ac. picrique. — Pr. jaune insol. alcool.

SILICIUM.

Silicates.

Les silicates alcalins, auxquels on peut ramener tous les autres par fusion avec un carbonate alcalin, donnent par les acides un pr. gélatineux de silice hydraté, un peu sol. Si la sol. est évaporée à siccité, la silice n'est plus sol.

Cette silice, arrosée d'acide fluorhydrique aqueux, disparaît entièrement si l'on évapore.

SODIUM.

Ac. sulfhydrique, sulfhydrate d'ammonium, potasse, ammoniaque, carbonates alcalins. — Rien.

Ac. tartrique. — Rien.

Ac. hydrofluosilicique. — Pr. gél. ; si liq. ét., rien.

Ac. perchlorique. — Rien.

Chlorure platinique. — Rien.

Sulfate d'aluminium. — Rien.

Bimétantimoniate de potassium. — Pr. blanc crist. ; la liq. doit être neutre et ne contenir que des alcalis pour que l'essai soit concluant. Si liq. ét., rien.

SOUFRE.

I. — Sulfures.

Acides. — Les sulfures solubles, auxquels on peut ramener tous les autres (1), en les fondant avec la potasse, dégagent avec ac. de l'ac. sulfhydrique, reconnaissable à son odeur ou à la col. noire qu'il produit sur le papier imprégné d'acétate de plomb.

Acétate de plomb. — Pr. noir, insol. ac. ét., sol. HCl bouillant.

Azotate d'argent. — Pr. noir.

Nitroprussiate de sodium. — Col. violet-rouge intense ; ac. sulfhydrique libre ne la produit qu'après add. d'une goutte de soude.

Lame d'argent. — Une goutte

(1) Pour les caractères des sulfures, voyez les différents métaux.

de la liq. déposée sur la lame produit une tache noire.

II. — Hydrosulfites.

Acides. — Col. jaune.

Sulfate de cuivre ammoniacal. — A froid, pr. jaune-rouge d'hydrure cuivreux, ou si R. en exc., mélange d'hydrure et de cuivre.

Azotate d'argent. — A froid, dép. gris-noirâtre d'argent métallique.

Indigo. — Est décoloré instantanément; la col. reparaît par agitation à l'air.

Air ou *oxygène.* — Les hydrosulfites absorbent énergiquement l'oxygène de l'air en se transformant en sulfites acides.

III. — Hyposulfites.

Acides. — A froid, après qq. temps, rap. à chaud. dép. de soufre et odeur de gaz sulfureux.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc. sol. d. beaucoup d'eau, décomposable par HCl.

Azotate d'argent. — Pr. blanc d'hyposulfite, très-instable et devenant jaune, puis noir (sulfure d'argent). La liq. renferme alors un sulfate.

Perchlorure de fer. — Col. violet-rouge, disparaissant après qq. temps, la liq. devenant incolore.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc, noircissant bientôt; si R. en exc., pr. reste blanc.

Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.

Zinc et *ac. chlorhydrique.* — Dégagement d'ac. sulfhydrique.

IV. — Sulfites.

Acides. — Odeur de gaz sulfureux, sans dépôt de soufre.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, presque insol. eau, sol. HCl.

Chlorure mercurique. — Pr. blanc, ne noircissant pas.

Permanganate de potassium, ac. chromique. — Sont réduits.

Perchlorure de fer. — Pas de col., la liq. se décolore au bout de qq. temps.

Zinc et ac. chlorhydrique. — Dégagement d'ac. sulfhydrique.

Nitroprussiate de sodium. — Liq. acidulée par ac. acétique add. de très-peu de nitroprussiate, puis d'une q. un peu plus grande de sulfate de zinc, donne pr. ou sol. rouge-pourpre (les hyposulfites ne montrent pas cette réaction).

V. — Sulfates.

Acides. — Rien.

Chlorure de baryum. — Pr. blanc, pulv. lourd de sulfate, insol. HCl, AzO^5 H.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, lourd. insol. AzO^5H ét.; sol. AzO^5H ou HCl conc. et bouillant; sol. tartrate ammonique.

Zinc et ac. chlorhydrique. — Rien.

Sucre de canne. — Est noirci à 100° par ac. sulfurique libre.

STRONTIUM.

Ac. sulfhydrique ou *sulfhydrate d'ammonium.* — Rien.

Potasse.—Si liq. conc., pr. blanc crist. d'hydrate; si liq. ét., rien.

Ammoniaque. — Rien.

Carbonate de potassium ou *d'ammonium.* — Pr. blanc de carbonate, insol. exc. R.

Oxalate d'ammonium. — Pr. blanc, pulv., sol. HCl, assez sol. sels ammoniacaux, peu sol. ac. acétique ou oxalique.

Ac. sulfurique et *sulfates.* — Pr. blanc, un peu sol. eau, assez sol. HCl., compl. décomposé par ébullition avec carbonate alc. Le sulfate calcique ne précipite les sels de strontium qu'au bout de qq. temps.

Ac. hydrofluosilicique. — Rien.

Chromate de potassium. — Si liq. conc., au bout de qq. temps pr. jaune; si liq. ét., rien.

Bichromate de potassium. — Rien, même si liq. conc.

Succinate d'ammonium. — Pr. lent si liq. conc.; rien si liq. ét.

Ferrocya. — Si liq. conc. trouble; si liq. ét., rien.

Ferricya. — Rien.

THALLIUM.

I. — Sels thalleux.

Ac. chlorhydrique.—Si liq. pas trop ét., pr. blanc de chlorure, inaltérable à la lumière, insol. Am, peu sol. d. eau, moins encore HCl.

Ac. sulfhydrique. — Si ac. faible (ac. acétique), pr. compl. noir de sulfure; si ac. fort, pr. très-incompl.; si liq. acidulée AzO^5H, rien.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. noir, insol. exc. R., et cyanure de potassium, sol. HCl ou AzO^3H.

Potasse, ammoniaque. — Rien.

Carbonates alcalins. — Si liq. très-conc., pr. blanc de carbonate.

Ac. oxalique. — Rien.

Iodure de potassium. — Pr. jaune citron, à peine sol. eau, peu sol. KHO, insol. R.

Chromate de potassium. — Pr. jaune, peu sol. ac. chauds.

Cyanure de potassium.—Rien.

Ferrocya. — Si liq. très-conc., pr. sol. exc. R.; si liq. moyennement conc., rien.

Zinc métallique. — Dép. de lamelles brillantes de thallium.

II. — Sels thalliques.

Eau. — Dédouble les sels thalliques en hydrate thallique et ac. libres.

Ac. chlorhydrique. — Rien.

Ac. sulfhydrique. — Dép. de soufre et réduction à l'état de sel thalleux.

Potasse. — Pr. brun gél. d'hydrate.

Ammoniaque. — Pr. brun gél. d'hydrate; la précipitation est incomp., à froid, compl. à chaud.

Carbonates alcalins. — Dégagement de CO^2 et pr. brun d'hydrate.

Ac. oxalique. — Pr. blanc d'oxalate.

Iodure de potassium.—Pr. noir, mélange d'iode et d'iodure thalleux.

Chromate de potassium.—Rien.

Ferrocya.—Pr. jaune verdissant par chal.

Ferricya. — Pr. jaune-verdâtre.

TUNGSTÈNE.

Tungstates.

Ac. chlorhydrique ou *nitrique.* — Pr. blanc, insol. exc. R., sol. Am, devenant jaune par ébullition.

Ac. phosphorique. — Pr. blanc, sol. exc. R.

Ac. sulfhydrique. — Action presque nulle, même en liq. ac. La liq. se colore lent. en bleu.

Sulfhydrate d'ammonium. — Ne précipite pas les tungstates; l'add. d'ac. précipite sulfure brun clair, un peu sol. eau pure, insol. sol. salines.

Chlorure de calcium ou *de baryum.* — Pr. blanc.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am.

Chlorure stanneux.—Pr. jaune; si l'on ajoute HCl et qu'on chauffe, pr. devient d'un beau bleu.

Sulfate ferreux. — Pr. brun, que les ac. ne peuvent dans aucun cas faire virer au bleu.

Zinc. — Les tungstates add. de de HCl ou mieux d'ac. phosphorique sont colorés en bleu par le zinc.

URANIUM.

Sels uraniques.

Ac. sulfhydrique. — Rien.

Sulfhydrate d'ammonium.— A froid, pr. brun de sulfure, sol. ac. même ac. acétique, sol. AmHS pur, insol. d. le R. contenant exc. de soufre. A chaud, pr. noir, mélange de soufre et d'oxyde uraneux, insol. AmHS.

Potasse ou *ammoniaque.*—Pr. jaune. insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium ou *bicarbonate de potassium.* — Pr. jaune, sol. exc. R.; KHO fait reparaître le pr.

Carbonate de baryum. — Précipitation compl. à froid.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc-jaunâtre, sol ac. minéraux, insol. ac. acétique.

Ferrocya. — Pr. rouge-brun foncé.

Ferricya. — Rien.

Zinc métallique. — Après qq. temps, pr. jaune d'oxyde.

ZINC.

Ac. sulfhydrique. — Pr. blanc de sulfure, très-sol. HCl, insol. AmHS; la précipitation est très-incompl.; elle est empêchée par l'add. de HCl.

Sulfhydrate d'ammonium. — Pr. blanc de sulfure, très-sol. HCl; insol. ac. acétique.

Potasse ou *ammoniaque.* — Pr. blanc gél. d'hydrate, très-sol. exc. R. et sels ammoniacaux.

Carbonate de potassium.— Pr. blanc de carbonate basique, insol. exc. R.

Carbonate d'ammonium. — Pr. blanc, sol. exc. R.; la liq. ét. d'eau laisse déposer par l'ébullition du carbonate de zinc.

Carbonate de baryum. — A froid, rien, excepté dans le sulfate; à chaud, précipitation lente.

Phosphate de sodium. — Pr. blanc, sol. ac., KHO, Am; si liq. contient du sel ammoniac, R. ne précipite pas (le manganèse précipite dans ces conditions).

Ferrocya. — Pr. blanc gél., insol. HCl.

Ferricya. — Pr. jaune-rougeâtre, sol. HCl ou Am.

II. — SELS ORGANIQUES.

ACÉTATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Si liq. neut., pr. blanc, crist., sol. eau chaude, Am ou AzO^3H.

Chlorure mercurique. — Rien, même à chaud.

Azotate mercureux. — Pr. blanc, sol. à chaud.

Perchlorure de fer. — Col. rouge foncé, passant au jaune par HCl; par ébullition, pr. brun

d'hydrate ferrique et décoloration si liq. contient exc. d'acétate.

Ac. sulfurique. — A chaud, vap. d'ac. acétique ; si l'on ajoute alcool, odeur d'éther acétique.

Ac. arsénieux. — Les acétates *secs*, chauffés avec de l'ac. arsénieux, développent l'odeur repoussante de l'oxyde de cacodyle.

BENZOATES.

Chlorure de calcium. — Rien, même après add. d'alcool.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. eau chaude, ac. et Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ex. R. et ac. acétique ; insol. Am.

Perchlorure de fer. — Pr. vol. couleur de chair de benzoate ferrique ; HCl en petite q. le dissout en laissant ac. benzoïque solide.

Acides.—Si liq. conc., pr. crist. blanc, sol. d. beaucoup d'eau chaude et cristallisant par refroidissement en lamelles brillantes. Si liq. ét., rien ; mais si l'on agite sol. avec éther, celui-ci enlève ac. benzoïque et le laisse après distillation.

CARBONATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc gél. devenant crist. après qq. temps ; sol. ac. avec dégagement de CO^2.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. Am, et avec effervescence d. AzO^3H.

Perchlorure de fer.—Pr. rouge brun d'hydrate et dégagement de CO^2

Acides. — Dégagement de CO^2 ; le gaz est inodore et trouble l'eau de chaux.

CITRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc, sol. liq., insol. exc. R. Si liq. contient sel ammoniac, pas de pr., mais par chal. il se forme un dép. blanc, crist. de citrate tricalcique.

Azotate d'argent. — Pr. blanc floconneux, ne noircissant que très-peu par l'ébullition, même après add. d'Am.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. Am.

Perchlorure de fer. — Col. brune.

Ac. sulfurique. — L'ac. conc. dégage des citrates solides un mélange de CO et CO^2, sans que la liq. noircisse ; vers la fin la couleur de la liq. se fonce et il se dégage du gaz sulfureux. Si l'on ajoute peroxyde de manganèse, odeur d'acétone.

CYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc caillebotté, sol. exc. R. moins sol. Am, insol. AzO^3H ét. Ce pr. dégage au rouge du cyanogène brûlant avec flamme pourpre.

Sel ferroso-ferrique. — Si liq. neut., pr. vert sale (si liq. ac., on sursature par qq. gouttes de potasse), mélange de bleu de Prusse et d'oxyde ferroso-ferrique. On ajoute un peu HCl, qui dissout ce dernier et laisse bleu de Prusse.

Sulfhydrate d'ammonium. — Le mélange des deux solut., évaporé au bain-marie, de manière à chasser exc. de R, renferme du sulfocyanate, qu'on décèle par une goutte de chlorure ferrique (coloration rouge-sang).

Sulfate de cuivre et teinture de

gaïac. — Si liq. acidulée par une goutte HCl, col. bleue intense.

Acides. — Développent l'odeur d'amandes amères, caractéristique de l'ac. cyanhydrique.

FERRICYANURES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. orange, très-sol., Am, insol. AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. bleu, insol. HCl.

Chlorure ferrique.—Col. brune.

Sulfate de cuivre. — Pr. vert-jaunâtre; insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Comme pour les ferrocyanures.

FERROCYANURES.

Chlorure de calcium. — Pr. en sol. très-conc.; si liq. moyennement conc., rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, insol. Am ou AzO^3H.

Sulfate ferreux. — Pr. blanc, bleuissant rap. à l'air, instantanément par chlore ou AzO^5H.

Chlorure ferrique. — Pr. de bleu de Prusse, insol. HCl. déc. par KHO bouillante.

Sulfate de cuivre. — Pr. rouge-brun, insol. HCl.

Ac. sulfurique. — Si l'ac. conc., par chal. dégagement de CO pur; si l'ac. ét., dégagement d'acide cyanhydrique.

FORMIATES.

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent.—Si liq. conc., pr. blanc crist. de formiate argentique, noircissant rap. et se transformant en argent métallique; si liq, ét., rien; mais après qq. temps dép. d'argent métallique. La réduction ne se produit pas en présence d'un exc. d'Am.

Chlorure mercurique. — A froid rien; vers 60-70°, pr. blanc de chlorure mercureux.

Perchlorure de fer. — Comme pour les acétates.

Ac. sulfurique. — A froid, odeur piquante de l'acide formique; à chaud, dégagement de CO pur, sans que le mélange noircisse. Si l'on ajoute alcool, vapeurs d'éther formique.

MALATES.

Chlorure de calcium. — Rien; si liq. conc., pr. blanc par ébullition; si liq. ét., rien, mais alors l'add. de 2 vol. d'alcool provoquera la form. du pr. de malate calcique, très-sol. HCl. Si cette sol. renferme très-peu HCl, Am fait reparaître le pr. par l'ébullition; si sol. renferme exc. HCl, Am ne produit plus rien, même après ébullition prolongée.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. ac. ou Am., fusible dans l'eau bouillante.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, devenant un peu gris par chal.; la réduction est très-incompl., même après add. d'Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Ac. nitrique. — L'oxyde à chaud et le transforme en ac. oxalique.

Ac. sulfurique. — Chauffés avec l'ac. conc., les malates dégagent un mélange de CO^2 et CO, puis le liq. devient noir et dégage du gaz sulfureux.

OXALATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc pulv. d'oxalate calcique, insol. ac. acétique, oxalique, et sels ammoniacaux; sol. HCl, AzO^3H.

Azotate d'argent. — Pr. blanc

d'oxalate argentique, peu sol. AzO^3H ét.; sol. Am.

Chlorure ferreux. — Pr. blanc-jaune, sol. ac. oxalique.

Peroxyde de manganèse. — Si liq. acidulée de SO^4H^2, à froid, dégagement vif de CO^2.

Chlorure d'or. — Dégagement de CO^2 et dép. d'or métallique; réaction lente à froid, rap. à chaud.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de volumes égaux de CO et CO^2, sans que le mélange noircisse.

SUCCINATES.

Chlorure de calcium. — Si liq. très-conc., pr. blanc crist.; si liq. moyennement conc., rien, même par chaleur; l'add. de 2 vol. d'alcool provoque form. d'un pr. blanc de succinate calcique, sol. sel ammoniac.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, peu sol. ac. acétique, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Pr. vol. rouge-brunâtre pâle, sol. ac. ét.

Acétate de plomb. — Pr. blanc amorphe, très-sol. exc. R., liq. primitive ou ac. succinique; après qq. temps, ces sol. déposent du succinate de plomb crist. à peine sol.

Ac. azotique. — Ne l'altère pas, même à l'ébullition.

SULFOCARBONATES.

Solution ammoniacale d'oxyde de nickel. — Dans les sulfocarbonates normaux tr. ét. col. groseille; dans les sulfocarbonates sulfurés col. jaune.

SULFOCYANATES

Chlorure de calcium. — Rien.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. exc. liq. primitive ou Am.

Chlorure ferrique. — Col. rouge de sang, stable en présence de HCl; la chal. la détruit, de même que AzO^3H, ac. sulfureux, hyposulfites, etc.

Sulfate de cuivre et ac. sulfureux. — Pr. blanc de sulfocyanate cuivreux, insol. ac., sol. Am.

Acétate de plomb. — Après qq. temps, pr. crist.

Ac. chlorhydrique ou *sulfurique.* — Si liq. ét. et froide, rien; après qq. temps, col. jaune; et à la fin dép. jaune d'ac. persulfocyanique. A chaud, dégagement de CO^2, CS^2, H^2S ou CSO.

Ac. nitrique. — L'ac. ét. donne à chaud un dép. jaune de persulfocyanogène.

Ac. molybdique dissous dans HCl. — Col. rouge, que l'éther enlève au liq.

TARTRATES.

Chlorure de calcium. — Pr. blanc amorphe, sol. ac. et sel ammoniac. Cette dernière solut. laisse déposer au bout de qq. temps du tartrate de calcium cristallisé. Pr. sol. KHO; la solut. se trouble par chal. et s'éclaircit de nouveau par refroidissement. Le tartrate calcique chauffé doucement avec Am et un fragment d'azotate d'argent donne un miroir d'argent.

Azotate d'argent. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am; noircissant par l'ébullition.

Acétate de plomb. — Pr. blanc, sol. AzO^3H ou Am.

Chlorure ferrique. — Rien.

Acétate de potassium et ac. acétique. — Pr. crist. de bitartrate de potassium; si liq. ét., avec temps; si liq. très-ét., rien.

Ac. sulfurique. — A chaud, dégagement de CO^2, CO, et plus tard de SO^2, en même temps que le mélange noircit.

(131) *Table pour les essais au chalumeau* (Borax).

Essai au borax. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation		Au feu de réduction	
	A chaud.	A froid.	A chaud.	A froid.
Incolore.	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, W, Mo, Ti; Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *seulement en p. q.* (1) *sinon jaunes.*	Si, Al. Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, Ta, Nb, Ti, W, Mo, Zn, Cd, *blanches et op. au fl.* Pb, Bi, Sb, Ag; Fe, *en p. q.*	Si, Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Di, Mn; Nb, *seulement en p. q., sinon grises et op.* Ag, Zn, Cd, Pb, Ni, Bi, Sb, Te, *en soufflant longtemps; sinon grises et op.*	Si, Al, Sn, Di, Mn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*sat.*), La, Ce, Ta, *blanches et op. au fl.* Nb, *seulement en p. q.; sinon grise et op.;* Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en soufflant longt.; sinon grises et op.;* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *surtout à fr. et en chauff. peu longt., sinon incolor.;* Nb, *en g. q.*	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *en chauffant peu longtemps; sinon incolores;* Nb, *en g. q.*
Jaune très-pâle.	Ag. *en p. q.*	Ag. *en g. q. op. au fl.*	»	»
Jaune pâle.	Ag, Cd, Zn, *g. q.*	»	»	»
Jaune.	Ti, W, Pb, Sb, Mo, *en g. q.;* U, *en p. q.*	Va, Fe; Ce, *blanc op. au fl.;* U, *jaune op. au fl.*	Ti, *en p. q., sinon bleu viol.;* Mo, *en p. q.; en très-gr. q. brun;* W. Va.	Mo, *en g. q. op. et brune;* W, *en g. q. brune.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en p. q.* Bi, *en g. q.* (*or*se).	»	U.	»
Rouge.	Ce.	»	»	»
Rouge foncé.	Fe, *en g. q.*	Mn (*violacée*).	»	»
Rouge-brun.	Cr, U.	Ni.	Cu, *en soufl. peu longt.* (*tr.*)	Cu, *en soufl. peu longt.* (*tr.*)
Violette.	Mn, Ni, Di.	Di.	»	Ti, *op. au fl.*
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*)	Co.	Co; Cu, *presq. inc. en s. longt.*
Verte.	Cu.	Cr (*jaunâtre pendant le refroid.*).	Fe. Cr, *brunât.;* Cu, *presq. inc. en souf. longt.*	Fe, U (*vert bout.*); Cr, Va (*vert-émer.*).

1. Abréviations employées dans ce tableau : *p. q.*, petite quantité; *g. q.*, grande

par la voie sèche.

(132) *Table pour les essais au chalumeau* (Sel de phosphore).

Essai au sel de phosphore. Couleur de la perle.	Au feu d'oxydation. A chaud.	Au feu d'oxydation. A froid.	Au feu de réduction A chaud.	Au feu de réduction A froid.
Incolore, avec une portion non dissoute nageant à l'intérieur.	Si.	Si.	Si.	Si.
Incolore.	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Nb, Te, *en toute proportion*; Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb. *en p. q.*; *sinon plus ou moins jaunes.*	Al, Sn; Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Te, *op. au fl.*; Ce, Nb, Ta, Ti, W, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb. Fe, *en p. q.*	Al, Sn, Ba, Sr, Ca, Mg, Gl, Y, Zr, Th, La, Ce. Di, Mn; Ta, Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu très-soutenu*; *sinon grises et op.*	Al, Sn; Ba, Sr, Co, Mg, Gl, Y, Zr, Th (*saturée*), La, *op. au fl.*; Ce, Di, Mn, Ta; Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Ni, Te, *feu tr.-sout.*; *sinon gr. et op.* Fe, *en p. q.*
Grise et opaque.	»	»	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, *surtout à froid*; Te, Ni.	Ag, Zn, Cd, Pb, Bi, Sb, Te, Ni.
Jaune pâle.	Sb; — Zn, *en g. q.*	Ag, Fe.	»	Fe.
Jaune.	Pb, *en très-g. q.*; Bi, Cd, Ta, Ti, W, *en g. q.*; Ag, Ce, Ni, U, Va; Cr, Fe, *en p. q.*	Fe, *en g. q.* Ni, *en p. q.* U (*verdâtre*). Va.	Ti.	Fe (*verdâtre*), *en g. q.*
Jaune-rougeâtre.	Cr, Fe, *en g. q.*	Ni, *en g. q.* (*orange*).	Fe, *en p. q.*; Va.	Fe, *pendant le refroid.*
Rouge.	»	»	Fe (*brun*).	»
Rouge foncé.	»	»	»	Cu, *op.*
Rouge-brun.	Ni; Fe, Cr, *en t.-g. q.*	»	Cr. Fe.	Cu, *op.*
Violette.	Mn, Di.	Mn, Di.	Nb, *en g. q.*	Nb, Ti.
Bleue.	Co.	Co; Cu (*verdât. pend. le refr.*).	Co, W; Nb, *en très g. q.*	Co, W; Nb, *en très-g. q.*
Verte.	Cu; Mo (*jaunâtre*).	Mo, U (*jaunâtre*) Cr (*vert-émeraude*).	U, Mo, Cu.	Cr, U, Mo, Va.

quantité; *op.*, opaque; *fl.*, flamber; *tr.*, trouble.

(133) *Recherche de l'acide borique.*

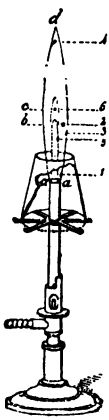
On chauffe, dans un tube d'essai fermé par un bouchon à 2 trous, un mélange de borate et de spath fluor avec un excès d'acide sulfurique. On amène près de la surface du mélange un courant de gaz d'éclairage que l'on allume à sa sortie, non pas directement au bout d'un tube effilé, mais au bout d'un autre tube plus large, maintenu au-dessus du premier de façon à produire une flamme non éclairante ; celle-ci se colore vivement en vert et donne au spectroscope les bandes de l'acide borique. (Voyez table **139**).

(134) *Analyse pyrognostique* (Bunsen).

Bunsen a montré que la flamme non éclairante du bec qui porte son nom peut remplacer avec avantage le chalumeau ; qu'elle permet, de plus, d'étendre considérablement le champ de l'analyse pyrognostique et de l'ériger en une méthode d'analyse qui, par sa sensibilité et sa précision, peut être rapprochée de l'analyse spectrale. Le point original et nouveau qui distingue cette méthode de l'ancienne méthode du chalumeau, est la volatilisation de certains éléments et leur condensation sous forme d'enduits sur des surfaces froides, enduits que l'on peut caractériser au moyen de quelques réactions simples.

I. — NATURE DE LA FLAMME DU BEC BUNSEN.

Le bec employé dans ces essais doit être muni d'une cheminée et d'un réglage d'air ; il est représenté par la figure ci-contre à $^1/_8$ de sa grandeur naturelle ; les chiffres indiquent les différentes zones de réaction de la flamme.



On distingue dans la flamme trois parties principales : 1° le centre obscur *aba*, contenant du gaz mêlé de 60 pour 100 environ d'air ; 2° le manteau pâle *adac* ; 3° la pointe *bc* légèrement éclairante dont on peut augmenter à volonté l'éclat en diminuant l'accès de l'air par les ouvertures inférieures du bec. Dans ces trois parties principales on peut distinguer *six zones de réaction :*

1) *Base de la flamme.* Température la moins élevée de la flamme.

2) *Zone de fusion.* Située en (2), elle présente la température la plus élevée ; sert à l'examen de la fusibilité, de la volatilité et du pouvoir émissif des substances.

3) *Zone inférieure d'oxydation.* Située en (3) ; utile surtout pour la suroxydation des oxydes dissous dans les flux.

4) *Zone supérieure d'oxydation.* Située en (4) ; sert à l'oxydation d'essais volumineux, au grillage des sulfures, etc.

5) *Zone inférieure de réduction.* Située en (5); contient un mélange d'air et de gaz non brûlé; certaines substances qui sont réduites en (6) restent ici inaltérées; de telles conditions ne peuvent être réalisées au moyen du chalumeau. Sert à la réduction sur le charbon ou dans les flux.

6) *Zone supérieure de réduction.* Située en (6); comme il a été dit, on peut l'augmenter ou la diminuer à volonté. Cette zone ne renferme pas d'oxygène libre, mais des particules de charbon; sert à la réduction des métaux que l'on veut recueillir sous forme d'enduits.

II. — MÉTHODES D'ESSAI DANS LES DIFFÉRENTES ZONES DE RÉACTION.

A. — Action d'une température élevée sur les substances.

Au moyen de la flamme du bec Bunsen, on peut atteindre des températures aussi élevées qu'avec le chalumeau, à la condition de diminuer considérablement la quantité de l'essai et, par suite, les dimensions des fils qui servent à le supporter. On emploie à cet effet des fils de platine extrêmement minces coupés en morceaux de 4 centimètres de long, recourbés en boucle à l'une de leurs extrémités et fixés par l'autre dans un tube de verre effilé. 10 centimètres de ce fil ne doivent peser au plus que $0^{gr},034$. Les essais qui n'adhèrent pas au platine sont portés dans la flamme sur une baguette très-fine en asbeste fixée dans un tube de verre étiré. Ces petits tubes sont maintenus dans la flamme au moyen d'un support approprié. Enfin, les essais qui décrépitent sont réduits en poudre ténue au moyen d'un petit couteau à palette; on les enveloppe dans 1 centimètre carré de papier Berzélius humide qu'on brûle entre deux boucles de fil de platine; il reste ainsi une croûte cohérente qui peut être chauffée directement dans la flamme.

Lorsqu'on porte un essai à une haute température, il faut observer l'intensité ou la couleur de la lumière qu'il émet, sa fusibilité, sa volatilité et enfin la coloration qu'il communique à la flamme, caractères qui donnent tous des indications sur sa nature. La coloration de la flamme qui présente un intérêt tout particulier apparaît dans la région (4) si l'essai est porté en (6); la région (1) peut être utile pour réduire en vapeur la partie la plus volatile d'un mélange et produire ainsi une coloration de la flamme qui serait masquée par les autres sels si on introduisait le mélange dans une région plus chaude.

La *volatilité* des essais peut être appréciée avec une précision suffisante en portant dans la partie la plus chaude de la région de fusion qu'on a déterminée préalablement, un poids connu de matière, 1 centigramme, par exemple, et en notant le moment de l'introduction et l'instant où la coloration de la flamme disparaît de nouveau. Bunsen rapporte la volatilité des essais à celle du chlorure de sodium prise comme unité; en désignant par t_0 et t_1 le temps qu'exigent pour se volatiliser une perle de chlorure de sodium de 1 centigramme et une perle de l'essai du même poids, on a par conséquent :

$$v \text{ (volatilité)} = \frac{t_0}{t_1}.$$

Le tableau suivant donne en secondes le temps de volatilisation de 1 centigramme de matière, ainsi que la volatilité v.

Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.	Sels.	Temps de volatilisation.	Volatilité.
NaCl	84,25	1,000	CsCl	31,3	2,717
LiCl	114,0	0,739	KI	29,8	2,828
KCl	65,4	1,288	Na^2SO^4	1267,0	0,066
NaBr	48,8	1,727	Li^2CO^3	736,5	0.114
KBr	41,0	2,055	K^2SO^4	665,2	0,127
RbCl	38,6	2,183	Na^2CO^3	632,0	0,133
NaI	35,7	2,360	K^2CO^3	272,0	0,310

Si l'on divise les valeurs de v des *sels haloïdes* par les poids moléculaires correspondants, on trouve très-sensiblement le même chiffre (0,0169, en moyenne), ce qui montre que dans le même temps il se volatilise le même nombre de molécules des sels haloïdes.

B. — Réduction et oxydation des essais.

1° *Réduction dans le tube.* On emploie des tubes de 2 à 3 millimètres de diamètre et de 30 millimètres de longueur, à parois très-minces; les réducteurs employés sont un mélange de carbonate de sodium sec et de noir de fumée préparé avec l'essence de térébenthine; un bout de fil de magnésium de 2 ou 3 millimètres de long et de 1 demi-millimètre de diamètre, ou un morceau de sodium gros comme une graine de moutarde.

2° *Réduction sur la baguette de charbon.* On prend un gros cristal de carbonate de sodium, on en chauffe un bout dans la flamme, et quand il fond dans son eau de cristallisation, on en frotte le bout d'une allumette mince qu'on carbonise ensuite lentement dans la flamme; on obtient de cette manière une petite baguette de charbon enduite de carbonate de sodium et rendue ainsi difficilement combustible. D'autre part, l'essai est broyé avec une goutte de carbonate sodique fondu dans son eau; une petite boule de ce mélange de la grandeur d'un grain de millet est chauffée à l'extrémité de cette baguette, d'abord dans la région (5) de la flamme, puis portée au travers du cône central obscur dans la région (6), et enfin après la réduction, qui s'accompagne d'un bouillonnement, soumise au refroidissement dans le cône obscur. Le produit broyé avec un peu d'eau et lévigé, fournit des globules, des paillettes ou une poudre métallique.

3° *Enduits sur la porcelaine.* Les métaux réductibles par l'hydrogène ou le charbon et volatils, peuvent être séparés de leurs combinaisons comme tels ou à l'état d'oxydes et condensés sous forme d'enduits sur une surface de porcelaine maintenue à une température relativement froide (capsule en porcelaine mince, vernie à l'extérieur, d'un diamètre de 10 à 12 centimètres, et remplie d'eau).

(*a*) *Enduits métalliques.* On introduit l'essai au bout d'une ba-

guette en asbeste dans la région (6), tandis que l'on place la capsule en porcelaine immédiatement au-dessus ; les métaux réduits s'y condensent sous forme d'enduits noirs, mats ou miroitants. Au lieu de la porcelaine, on peut employer un grand tube à essai, rempli d'eau, dont le fond est fixé à la hauteur de la partie supérieure de la région (6) ; l'ébullition de l'eau est rendue régulière au moyen de quelques fragments de marbre. On peut ainsi recueillir, sous forme d'enduits, des quantités notables du métal réduit. La dissolution plus ou moins facile de l'enduit dans l'acide nitrique d'une densité de 1,15, permet de classer les métaux en trois groupes (voy. table 135).

(*b*) *Enduits d'oxyde.* On opère comme en *a*, mais on place la capsule dans la région (4) ; il est bon de diminuer la flamme pour que les produits volatils ne se répandent pas sur une trop grande surface de la capsule. — α) La couleur de l'enduit peut donner des indications sur sa nature. — β) On examine s'il est réduit par une goutte de chlorure stanneux. — γ) Si l'on a ainsi un résultat négatif, on cherche à obtenir la réduction en ajoutant de la soude jusqu'à ce que l'oxyde stanneux précipité d'abord soit dissous. — δ) On humecte l'enduit avec une goutte de nitrate d'argent parfaitement neutre et on fait arriver sur la tache un courant d'air chargé d'ammoniaque (air barbotant dans de l'ammoniaque liquide) ; s'il se forme un précipité, on cherche à le dissoudre ou à le modifier par un excès d'ammoniaque.

(*c*) *Enduits d'iodure.* On place la capsule enduite d'oxyde sur un vase plat à large ouverture, contenant de l'iodure de phosphore tombé en déliquescence ; les vapeurs d'acide iodhydrique qui s'en dégagent convertissent l'oxyde en iodure. — α) On cherche à faire disparaître l'enduit d'iodure, c'est-à-dire à le dissoudre en soufflant dessus ; en chauffant très-légèrement la capsule, on peut le faire reparaître. — β) On étudie l'action de l'air ammoniacal sur l'enduit.

(*d*) *Enduits de sulfure.* On dirige sur l'enduit d'iodure un courant d'air chargé de sulfure d'ammonium (air barbotant dans une solution de sulfure d'ammonium), et on chasse l'excès de réactif à l'aide d'une douce chaleur. — α) On cherche à le faire disparaître, c'est-à-dire à le dissoudre, en soufflant dessus. Les sulfures possèdent souvent la même coloration que les iodures, mais s'en distinguent par leur insolubilité dans la buée. — β) On examine si le sulfure d'ammonium dissout l'enduit.

C. — Attaque des essais non ou difficilement réductibles dans la flamme.

On fait cette attaque, comme d'habitude, par le carbonate de sodium, le nitre, le bisulfate de potassium. Le mélange est supporté par une petite spirale en fil de platine mince, et fondu dans l'espace (4).

III. — RÉACTIONS DES CORPS.

Abréviations employées dans les tableaux suivants :
Am^2S = sulfure d'ammonium ; disp. au souf. = disparaît au souffle ; disp. passag. = disparaît passagèrement ; ne disp. pas = ne disparaît pas ; g = goutte.
Voyez en outre les abréviations employées dans la table 130, p. 102.

(135) *Éléments réductibles, volatils,*

	Enduit métallique	Enduit d'oxyde.	Enduit d'oxyde $+SnCl^2$.	Enduit d'iodure.
Enduits à peine solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Noir, bord brun.	Blanc.	Noir.	Brun; disp. pass. au souf.
	Rouge-cuivre, bord rouge-brique.	Id.	Roug.-briq. $+NaHO$ noir.	Brun; ne disp. pas compl. au souf.
	Noir, bord brun.	Id. $+AzO^5Ag$ et AzH^3 noir, insol. AzH^3.	Blanc. $NaHO$ rien.	Rouge-orange disp. passag. au souf.
	Id.	Blanc; $+AzO^5Ag$ $+AzH^3$ jaune ou br. rouge, sol. AzH^3	Id.	Jaune; disp. passag. au souf.
Enduits difficilement solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id. $+NaHO$ noir.	Bleu-brunâtre, bord couleur de chair; disp. passag. au souf.
	Gris non uniforme.	Ne peut être produit.		Rouge-carmin et jaune; ne disp. pas au souf.
	Noir, bord brun.	Blanc.	Blanc.	Jaune-citron; ne disp. pas au souf.
Enduits immédiatement solubles dans AzO^5H d'une densité de 1,15	Id.	Jaune clair.	Id.	Jaune; ne disp. pas au souf.
	Id.	Brun, bord blanc; ce bord passe au noir par AzO^5Ag.	Id.	Blanc.
	Id.	Blanc.	Id.	Id.
	Id.	Blanc-jaunâtre.	Id.	Blanc-jaunâtre.

donnant des enduits métalliques.

Enduit d'iodure + AzH^3.	Enduit de sulfure.	Enduit de sulfure + Am^2S.	Coloration de la flamme.	Nature de l'élément.
Disp.	Noir ou noir-brunâtre	Disp. passag.	Vert	Te
Ne disp. pas.	Jaune ou orange.	Orange, puis disp. passag.	Bleu-bluet.	Se
Disp.	Orange.	Disp. passag.	Vert pâle.	Sb
Disp.	Jaune-citron	Disp. passag.	Bleu pâle.	As
Rouge-aurore à jaune, brun à l'état sec.	Brun d'ombre bord brun café.	Ne disp. pas.	Bleuâtre non caractéristique.	Bi
Disp. passag.	Noir.	Id.	—	Hg
Ne disp. pas.	Noir, bord gris-bleuâtre.	Id.	Vert-pré.	Tl
Disp. passag.	Rouge-brun puis noir.	Id.	Bleu pâle.	Pb
Blanc.	Jaune-citron.	Id.	—	Cd
Blanc.	Blanc.	Id.	—	Zn
Blanc-jaunâtre.	Id.	Id.	Bleu-indigo.	In

(136) ***Eléments réductibles sur la baguette de charbon, mais ne donnant pas d'enduits.***

			Aspect du métal.	Réactions.	Nature de l'élément.
I. Métaux se présentant sous forme de poudres ou de paillettes non fondues. On les met au contact de la pointe d'un couteau aimanté.	Métaux magnétiques. On transporte l'aigrette métallique sur une feuille de papier blanc.		Poudre noire non brillante.	Traité sur le papier par g. AzO^3H, se dissout et produit tache jaune, bleuissant par ferrocy. Tache jaune, traitée successivement par soude et brome en vapeur, puis de nouveau par soude, ne change pas. Perle de borax : jaune-rougeâtre en (4), vert-bouteille en (5) ou (6).	Fe.
			Paillettes blanches brillantes et ductiles.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit tache verte sur papier, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : violette en (4), grise et opaque en (5) ou (6).	Ni.
			Comme ci-dessus.	Traité par g. AzO^3H, se dissout et produit sur le papier tache rouge, qui, par soude, brome et soude, passe au brun-noir. Perle de borax : bleue en (4), (5) ou (6).	Co.
	Métaux non magnétiques. Ils peuvent être réduits sans l'emploi de la baguette de charbon, en calcinant l'essai avec du carbonate de sodium dans la zone (4).		Masse spongieuse grise, devenant blanche brillante et ductile sous le brunissoir.	Sol. AzO^3H chaud ; solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne pr. blanc, sol. exc. R. Liq. add. d'eau régale et évaporée à une g., donne pr. crist. orangé sale. Sol. nitrique est colorée par chlorure stanneux, en bleu, vert ou brun, suivant q. R.	Pd.
			Comme ci-dessus.	Insol. HCl ou AzO^3H ; sol. eau régale. Solut. add. d'une g. de cyanure mercurique, puis de AzH^3, donne immédiatement pr. crist. jaune clair. Solut. d. eau régale est colorée en brun-jaune par le chlorure stanneux.	Pt.
			Poudre grise, terne, non ductile, ne changeant pas sous le brunissoir.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, attaquable difficilement par fusion avec bisulfate de potassium ; la masse fondue se dissout dans l'eau avec une col. rose.	Rh.
			Comme ci-dessus.	Insol. HCl, AzO^3H et eau régale, inattaquable par bisulfate de potassium.	Ir.

	Aspect du métal.	Réactions.	l'élément.
II. Métaux se présentant sous forme de globules métalliques.	Globule jaune, brillant, ductile.	Insol. HCl ou AzO^3H; sol. eau régale ; solut. donne avec chlorure stanneux pr. brun de pourpre de Cassius, et avec sulfate ferreux pr. brun d'or, en même temps que la liq. prend une teinte bleue.	Au.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Insol. HCl, sol. AzO^3H ; solut. donne avec HCl pr. blanc, sol. AzH^3.	Ag.
	Globule rouge, pouvant être réduit en paillettes au mortier.	Sol. AzO^3H ; solut. brunit par ferrocy. Perle de borax : bleu-verdâtre en (4), ne devenant rouge en (5) qu'après add. d'une trace d'acide stannique ; par des oxydations et réductions successives, on obtient une perle transparente rouge rubis.	Cu.
	Globule blanc, brillant, ductile.	Difficilement sol. HCl ; un papier Berzelius, imprégné de la solut. est coloré en rouge par ac. sélénieux, et en noir par ac. tellureux. Solut. add. d'une trace de nitrate de bismuth, puis de soude, donne pr. noir. Une perle de borax colorée très-faiblement en bleu par CuO peut servir à la recherche de traces d'étain ; on opère comme ci-dessus.	Sn.

(137) *Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.*

On attaque par le carbonate de sodium en fusion avec addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue blanche ou incolore.	On la dissout dans l'eau et l'on fait absorber la solution par des bandes étroites de papier Berzelius. HCl ne change pas la couleur du papier, mais ferrocyanure produit ensuite col. rouge-brun. Chlorure stanneux en très-petite q. colore le papier en bleu, à froid ou à une douce chal., etc. R. fait passer col. au jaune-brun. AmHS produit sur le papier une tache brune, persistante après add. de HCl, et entourée souvent d'une auréole bleue.	Mo
		HCl et ferrocy. ne produisent pas de col. Chlorure stanneux donne col. bleue. AmHS et HCl ne produisent rien.	Tu
		Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, on arrose la masse fondue encore chaude de chlorure stanneux et on la réduit dans la zone (5). On obtient alors une masse grise qui se dissout à chaud d. HCl en donnant solut. de couleur améthyste. Avec sel de phosphore, l'essai donne en (4) perle incolore, qui en (6) se colore en violet améthyste. Après add. d'une petite q. de sulfate ferreux, la perle prend en (5) la col. rouge foncé du sang veineux ; la perle passe au brun en (4) (fer) et se colore en (5) de nouveau en rouge foncé.	Ti Ta ou Nb
		Si tous les essais précédents n'ont donné aucun résultat, on ajoute ac. acétique à la solut. de la masse fondue et l'on évapore à une douce chal. — Résidu gélatineux.	Si

(137, suite) ***Éléments ne donnant pas d'enduits, et difficilement ou non réductibles.***

On attaque par le carbonate de sodium en fusion av. addition de petites quantités de nitre.	Masse fondue jaune.	On la dissout dans l'eau, on acidule la solut. claire par ac. acétique et on la fait absorber par des bandes étroites papier Berzelius	Acétate de plomb produit sur le papier tache jaune, nitrate mercurique tache rouge, et le nitrate d'argent tache rouge-brun. Chauffée avec l'eau régale ou le chlorure stanneux, la masse fondue donne solut. verte. Perle de borax : vert émeraude en (4), (5) ou (6).	Cr
			Nitrate d'argent produit tache jaune. La solution de la masse fondue dans l'eau régale est d'un jaune-brun, et passe au bleu par chlorure stanneux. Perle de borax : jaune-vert en (4); verte en (6).	V
	Masse f. verte.	Elle donne avec l'eau solut. verte, se colorant en rouge par ac. acétique et se décolorant ensuite. Perle de borax : couleur améthyste en (4), incolore en (6).		Mn

Si les essais précédents n'ont pas donné de résultat, il reste à faire les expériences suivantes :

On fond l'essai avec du bisulfate de potassium, puis on broie la masse avec qqs grains de carbonate de sodium et qqs gouttes d'eau et on fait absorber la solut. par une bande de papier. Ac. acétique et ferrocy. produisent tache jaune. Perle de borax : jaune en (4); verte en (6) surtout après add. de chlorure stanneux; ces col. ressemblent à celle que donne le fer, mais s'en distinguent en ce que la perle d'urane émet à chaud une lumière vert-bleuâtre, analogue à la teinte de fluorescence du verre d'urane. Les perles de borax du plomb, de l'acide stannique et de qqs autres composés produisent un phénomène lumineux analogue, mais ne présentent pas la coloration de la perle d'urane. — U

Recherche du soufre. — L'essai réduit avec du carbonate sodique sur la baguette de charbon, est placé sur une lame d'argent et humecté d'eau : la formation d'une tache brune ou noire indique la présence du soufre ; toutefois cette réaction n'est caractéristique que si l'on s'est assuré, d'après la table 135, de l'absence du sélénium et du tellure, qui produisent une tache semblable sur l'argent.

Recherche du phosphore. — L'essai parfaitement sec est chauffé dans le tube avec un morceau de magnésium ou de sodium, et la masse est humectée d'eau ; le développement de l'odeur très-caractéristique de l'hydrogène phosphoré indique la présence du phosphore.

Si l'essai ne contient pas d'élément donnant un enduit, on peut reconnaître les phosphates en le fondant au fil de platine dans la zone (5), avec du borax et un petit morceau de fil de fer très-fin ; il se produit un globule blanc de fer phosphoré magnétique.

Section IV. — Analyse spectrale.

(138) *Méthode pour rendre les descriptions des spectres comparables.*

Cette méthode consiste à convertir à l'aide d'une table, ou mieux d'une courbe, les nombres lus sur l'échelle du spectroscope (numéros) en longueurs d'onde (λ). Pour construire la courbe de correspondance des numéros aux λ, courbe différente pour chaque instrument, on se procurera du papier quadrillé, et l'on marquera sur une ligne horizontale la position d'un certain nombre de raies bien caractéristiques; chaque millimètre représentera par exemple une division du micromètre. Cela fait, on cherchera dans les tables suivantes les λ correspondant aux raies enregistrées et l'on marquera ces λ de la même manière sur une ligne verticale, chaque millimètre pourra représenter une variation de 2 millionièmes de millimètre dans la longueur d'onde (2,0 dans nos tables). On indiquera par un point l'intersection des lignes horizontale et verticale correspondant au λ et au numéro de chaque raie, puis on réunira tous les points par une courbe continue.

Voici quelles sont les sources de lumière qui permettent de construire la courbe avec une précision suffisante : étincelle de la bobine ou mieux de la bouteille de Leyde éclatant dans l'air entre des pôles de platine; étincelle éclatant entre des pôles de zinc; de zinc mouillé de mercure; d'étain; de cuivre; flamme colorée par des sels de sodium, de thallium, de potassium et de lithium.

Dans les tables suivantes, qui ne contiennent que les principales raies des éléments, *g* indique la gauche d'une bande dégradée vers la droite, c'est-à-dire vers le violet; *d*, la droite d'une bande dégradée vers la gauche; *m*, le milieu d'une bande diffuse; δ = diffuse; δδ = très-diffuse; *f* = faible; ! = vive; !! = très-vive, etc.

On se rappellera que les limites des diverses couleurs occupent dans le spectre les positions suivantes :

723	Rouge.	492	Bleu.
647	Orangé.	455	Indigo.
585	Jaune.	424	Violet.
575	Vert.	397	Ultra-violet.
492			

(139) *Raies caractéristiques en λ.*

Air. — *Étincelle.*		617,1 !	O	553,4	Az
		594,2 !	Az	549,5 !	Az
660,2	Az	593,2	Az	521,0 *f*	O
656.2 !!	H	567,8 !!!	Az	517,7 !	Az
648,0	Az	566,6	Az	504,5 !	Az

502,5 Az
500,3 !!! double Az
494,1 *f* O
492,4 *f* O
490,6 *f* O
486,1 ! *m* H
480,2 Az
478,8 Az
477,9 Az
470,6 O
469,8 O
464,9 O
464,4 ! Az
463,0 ! Az
462,1 Az
461,3 Az
460,7 Az
446,7 O
444,7 Az
Bande δδ
441,8 O
441,4 O
436,8 δ O
434,8 ! O
434,0 *m* δδ H
431,8 O
423,0 *m* δδ O
419,0 δ O
418,4 δ O
411,9 O
410,1 *m f* δ H
408,0 triple O
404,0 *m* δδ Az
399,5 Az

ALUMINIUM.—*Étincelle.*
Bouteille de Leyde.

624,4
623,4
572,2 !
569,5 !
565,6 !
466,2 !
396,1
394,4
Avec *la bobine seule*, bandes cannelées, dégradées à gauche.

508 *d* !
484,5 *d* !

ANTIMOINE.—*Étincelle.*
Bouteille de Leyde.

630,1
612,9 !
607,8 !
600,3 !!
591,0
589,4
563,8
556,7
546,3
471,1 !
435,2

ARGENT.
Étincelle dans les solutions d'azotate.

546,4 !!!
520,7 !!

ARSENIC — *Étincelle.*
Bouteille de Leyde.

616,9 !
611,0 !
602,1 *f*
565,1 !
555,8 !
549,8
533,2

AZOTE. — *Étincelle.*
Bouteille de Leyde.

(Voir AIR).
Étincelle à faible distance ou dans le gaz raréfié : Bandes dans l'orangé, le bleu et le violet.

678,6 *g*
670,1 *g*
662,2 *g*
654,2 *g*
646,5 *g*
639,2 *g*
632,1 *g* !
624,9 *g* !
618,3 *g*
612,5 *g*
606,6 *g*
601,2 *g*
595,7 *g*
590,5 *g*
585,3 *g* !
580,2 *g* !
575,2 *g* !
544,2
540,6 *g*
537,2 *g*
534,0 *g*
.....
497,2 *g*
491,9 *g*
481,3 *g*
472,2 *g*
466,6 *g*
464,9 *g*
457,4 *g*
448,9 *g* !
441,7 *g*
434,6 *g* !!!
427,1 *g* !!
420,3 *g* !
414,4 *g*
409,8 *g*
406,3 *g*
400,2 *g*
395,2 *g*
En outre : *pôle négatif.*
522,7 *g* cannelée
470,9 *g* ! id.
428,1 *g* !! id.

BARYUM.
Étincelle dans les solutions salines.

553,5 !
531,2
524,2 *m* !!!
513,6 *m* !!

493,2
455,6

En solutions étendues ou dans la flamme 553.5 !!! et des bandes ombrées vers la gauche et dues à l'oxyde.

Principales :
603,1 *d*
586,6 *d*
549,2 *d*

BISMUTH. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

612,9 !
605,7 !
586,2 !
581,6
571,7
545,0 !
527,0 !!
520,8 !!
514,4 !!!
512,4 !!
499,3 !
472,2 !!!
456,0
430,0
425,9

Étincelle dans les solutions.

555,2 !
520,8
472,2 !!!
411,8

BORE.

Étincelle dans les composés haloïdes.

581,0 env.
Acide borique dans la flamme.
548,0 !! *m*
519,2 bande δ *m*
494,0 bande δ *m*

BROME.

Étincelle dans la vapeur.

635,6
614,7
532,6 !
530,4
524,0 !
518,3 !
506,0
493,0
481,5 !
478,7 !
470,4
436,5

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche.

CADMIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

643,8
508,5 !!!
479,9 !!
467,7

CALCIUM.

Étincelle dans les solutions salines.

626,5
620,2 !!!
618,1 !!!
593,3
554,3 *m* !
551,7 *m* !
422,6

Le chlorure de calcium *dans les flammes* donne à peu près le même spectre.

CARBONE.

Selon Angström, les seules raies du carbone sont les suivantes, qu'on obtient, avec les raies de l'oxygène, au moyen d'une forte *étincelle* éclatant dans l'*acide carbonique.*

658,3 !
657,7 !!
.....
564,6
.....
514,4
426,6 !!!

Les bandes ombrées à droite de la base des flammes carbonées et de l'étincelle dans les hydrocarbures (bandes du carbone d'Attfield et Morren) seraient dues selon Angström à l'*acétylène :* en voici les positions :

618,7
611,9
605,6
.....
563,3 !! *g*
558,3 ! *g*
553,8 *g*
516,4 !!! *g*
512,8 !! *g*
509,8 *g*
473,6 ! *g*
471,4 *g*
431,1 *g* !

Enfin les tubes de Geissler remplis d'*oxyde de carbone* donnent les bandes suivantes :

607,8 *g*
560,7 !! *g*
519,7 ! *g*
483,4 *g*
450,9 *g*

Cérium.

Fortes étincelles éclatant sur le chlorure.

551,1
540,9
539,2
535,2 !
527,3 !
471,3
462,8 !
457,3 !
456,2 !! double
452,7 !! double
447,1
446,0 !
441,9
439,1
429,6
428,9 .....

Césium.

Sels dans la flamme.

621,9
600,7
459,7 !!
456,0 !!!

Chlore.

Étincelle dans le gaz.

610,7 !
546,0 !
544,5 !
542,3 !!
539,0 !
521,6 !!! δ
510,2 !
507 9 !
491,8 doub., la seconde.
489,6
482
481
479,3
457,3 δ

Chrome.

Étincelle dans les solutions salines.

520,5 !!
429,0
427,5
425,5 !

Cobalt.

Étincelle dans les solutions salines.

548,3
535,3 !!!
534,0 !!!
527,9
526,5 !!
521,2 !
486,8 !!
484,0
453,3
411,9

Cuivre. — *Étincelle.*

Bouteille de Leyde.

638,0
578,1
570,0 !
529,2
521,7 !!!
515,3 !!
510,5 !
.....
465,1 !

L'étincelle dans les solutions salines donne surtout

521,7 !!!
510,5 !!

Le *chlorure dans le gaz* donne de belles bandes bleues à double dégradation vers la gauche, avec

550,6 !!!
543,9 !
538,5 !!
526,0 *d* !

Didyme.

(Voyez Lanthane.)

Erbium.

Fortes étincelles dans la solution de chlorure.

622,1 !
615,8
600,4
598,25 !
558,75
555,5 !
547,6 !
535,2
533,4
478,58

Fer.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

537,0
532,6 !!!
526,7 !!!
523,1 !!!
519,2
516,8
513,9
495,9 !!
492,3 !!
489,1
440,6 !
438,3 !

Étain.

Étincelles fortes dans solutions concentrées.

645
579,8
563,1 !
.....
452,6 !!

Avec la *bouteille de Leyde*, les raies suivantes gagnent beaucoup en éclat.

558,9
556,1

De même avec le métal.

Fluor.

Étincelle dans les composés volatils du fluor.

692 env.
686 ! env.
678 env.
640
623

Gallium.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

417 !
403,1

Glucinium.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

457,2
448,8

Hydrogène. (Voy. air.)

Indium.

Sels dans la flamme ou étincelle dans les solutions.

451,1 !!!
410,1 !!

Iode.

Étincelle dans la vapeur.

607,8
595,2 !
579
576
573,8
571,1
568,5 double.
562,4
549,4 !
546,1 !
543,3 !
540,3 !
534,4 !
533,6 !
524,3
516,2
.....

Par absorption, bandes dégradées vers la gauche, du rouge au bleu.

Iridium et Ruthénium.

634,7 } ?
544,9 }
529,9

Lanthane et Didyme.

Fortes étincelles dans les chlorures.

545,4 *f* La
530,3 *f* La
518,7 La
518,2 La !
512,95 Di *f*
494,4 Di
492,1 La !
490,1 Di
489,9 La !
488,25 Di
469,1 La
466,3 La !
466,1 La
465,4 La
462,0 La
457,95 La !
455,75 La !
452,5 La !
443,0 La
438,25 La !
435,4 La !
433,0 La !
429,5 La !
428,6 La !
426,8 La
419,6 La
415,15 La
412,1 La
408,16 La
407,65 La

Lithium.

Sels dans la flamme.

670,5 !!!!
610,2

Étincelle dans les solutions salines.

670,6 !
610,2 !!
460,4

Magnésium.

Étincelle dans les solutions salines.

518,3 !!
517,2 !
516,7 !

En outre avec le métal :
448,3

Manganèse.

Étincelles courtes dans la solution du chlorure.

601,8 ! triple
558,7
533,9
482,3 !!!
478,3 !!
475,5 !!
446,2
403

Les *étincelles plus longues* donnent en outre de belles bandes dégradées à gauche. Les plus visibles sont:

558,7 !! *d*
536,0 ! *d*

On obtient les mêmes bandes *dans le gaz* avec traces de
403

...

MERCURE.

Étincelles dans les solutions ou sur le métal.

578,9 !
576,8 !
546,0 !!!
491,6 *f*
435,7 !!
407,8
404,7

MOLYBDÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

602,9 !
588,7 !
585,7
556,9 !
553,1 !
550,5

NICKEL.

Étincelle dans les solutions salines.

547,6 !!!
.....
508,1 !!
503,6
501,7
498,4
486,7
471,5 !
440,1

OR.

Étincelle assez courte dans le chlorure concentré.

627,8 !!
583,6 !!!
565,8
523,0 !
506,3
479,3 !

Avec *forte étincelle.*

479,3 !!!

Le chlorure d'or *dans le gaz* donne de belles bandes dégradées à gauche, dont les plus visibles sont

530,0 !! *d*
520,0 ! *d*

OSMIUM. — Étincelle.

.....
442,2
.....

OXYGÈNE. (Voy. AIR.)

PALLADIUM.

Étincelle dans la solution de chlorure.

569,6
566,8
554,7 !
539,3
529,4 !!!
516,5 !!
511,4 double
421,4

PHOSPHORE.

Étincelle dans la vapeur.

604,6 !!
602,5 !!
.....
549,8
542,0 !
.....
524,8 !
460,2
458,9

L'*hydrogène* entraînant des traces de phosphore brûle avec une flamme dont le noyau vert fournit les bandes

560,5 ! *m δ*
526,3 !!! *m δ*
510,6 !! *m δ*

PLATINE.

Étincelle assez courte dans le chlorure.

547,6 !!!
539,0
530,2 !!
522,8 !
505,9 !
455,4
444,2

Dans le gaz le chlorure de platine donne de belles bandes pendant un instant.

PLOMB.

Étincelle dans l'azotate concentré.

600,1
520,1
500,3 !!
405,6 !!!

Avec le métal et la *bouteille de Leyde*, on a en outre :

560,7 !!
438,6 !!
424,6 !!

POTASSIUM.

Sels dans la flamme.

768,0 double !!!
404,5

A une très-haute température ou avec l'étincelle et le *sel fondu*, on a en outre :

694,6
583,1 !!
580,1 !
578,3
535,5 !

533,6 !
531,9

RUBIDIUM.

Sels dans la flamme.

780,0
629,7
421,6 !!
420,2 !!!

SÉLÉNIUM.

Étincelle dans la vapeur.

530,5 !!
522,5 !
517,3 !
514,1 !
509,6
506,8
499,5
484,0 double.

SILICIUM.

Étincelle entre des pôles de silicium.

636,5 !
634 !!
598 !
595,9
505,6
504

SODIUM.

Sels dans la flamme ou l'étincelle.

589,5 } !!!!
588,9 }

L'étincelle avec le *sel fondu* ou le métal donne en outre :

615,6 double.
568,7 !! double.
498,2 double.

SOUFRE.

Étincelle dans la vapeur.

566,7
564
561
550,9 !
545 !!
543,1 !!
542,7 !!
534,3
532
502,7 ! double.
501,3
499,3 ! double.
492,6
.....

A une *faible pression*, *l'étincelle* donne des bandes dégradées vers la gauche ; les plus brillantes sont :

524,8 *d*
519,2 *d*
508,9 *d*
503,7 *d*
484,2 *d*
465,1 *d*
460,7 *d*
448 *d* milieu.
....

STRONTIUM.

Étincelle dans les solutions de chlorure.

662,7 *g* !
649,7 *g*
636,4 *g* !!
624,3 *gô*
605,8 *d* !!!
603,1 *mô* !
460,7 !
421,5

Dans la *flamme*, le chlorure de strontium donne le même spectre avec

460,7 !!

et s'il y a beaucoup de chlorure non décomposé,

635,0 *m* !!!

TANTALE ?

TELLURE.

Fortes étincelles dans la vapeur.

643,7 !
597,3 !
593,5
575,5 !
570,7 !
564,7 !
544,7
521,7

THALLIUM.

Étincelle ou flamme.

534,9 !!!!

Dans la flamme, on a en outre :

568,0 traces.

THORIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

439,2 !
438,1 !
428,1 !
427,7

TITANE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

625,7
597,8
596,5
595,2
589,9
586,5
567,4
566,1
564,3
551,3
551,2
533,7
529,7
528,3
522,3
520,9

519,2
512,9
512,0
506,4
503,6
501,3
500,7
499,9
499,0
498,1
488,4
480,4
475,8 double.
465,6
463,9
457,1
454,9
453,6
453,2
452,6
450,1
446,8
444,3
442,7
439,3,
Etc.

TUNGSTÈNE.

Fortes étincelles dans le chlorure.

551,3 !
549,1
522,3 !
505,3 !
488,7
484,2 !

URANIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

552,7
549,3
548,1
547,9
547,7
547,4
454,3 *f*
447,2
436,2
434,0

VANADIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

611,9
608,9
603,9
572,5
569,7 *f*
445,9 *f*
440,7
438,9 *f*
438,4
437,9

YTTRIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

619,05 !
613,1 !
600,25
598,65 !
597,05 !
566,2 !
552,65
549,6 !
546,6
540,2 !
520,5 !
519,95 !
512,25
508,75 !
490,0 !
488,1 !
485,4 !
478,5 *f*
464,3
442,2
437,4 !
430,9 !
417,65

ZINC.

Étincelles dans les solutions salines.

636 1 !!
481,0 !!!
472,1 !
468,0

Entre des pôles de *métal*, on a en outre :

610,2 !!
602,3
492,4 ! δ
491,1 ! δ

ZIRCONIUM.

Fortes étincelles dans le chlorure.

614,0
612,7
481,5
477,1
473,8
470,9
468,6
...
415,5 *f*
414,9 *f*

RAIES DU SPECTRE SOLAIRE (FRAUNHOFER).

A 760,1 ; *a* 718,5 ; B 686,7 ; C 656,2 ; D_1 589,5 ; D_2 588,9 ; E 526,9 ; b_1 518,3 ; b_2 517,2 ; b_3 516,7 ; F 486,06 ; G 430,7, *h* 410,1 ; H_1 396,8 ; H_2 393,3.

Section V. — Analyse des gaz.

(140) *Quelques réactions des gaz applicables à leur séparation.*

Oxygène	Absorbé par les pyrogallates alcalins, le phosphore et le chlorure cuivreux.
Chlore	Soluble dans l'eau. Absorbé par le mercure.
Azote	Insoluble dans les dissolvants. S'unit au rouge, au titane, au magnésium, etc.
Acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydr.	Absorbés par l'eau, la potasse, ou le borax pulvérulent.
Hydrogène sulfuré	Soluble dans l'eau, la potasse. Absorbé par le sulfate de cuivre ou l'acétate de plomb humide. Attaqué par le brome et par l'acide sulfurique concentré.
Acide sulfureux	Très-soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou le bioxyde de plomb sec.
Ammoniaque	Très-soluble dans l'eau. La solution bouillante perd tout son gaz.
Méthylamine, éthylamine.	Comme l'ammoniaque.
Cyanogène	L'eau en absorbe 4 1/2 vol. l'alcool 23 vol. Se combine à chaud avec le potassium.
Protoxyde d'azote	Détone avec son vol. d'hydrogène et fournit son vol. d'azote; soluble dans l'alcool.
Bioxyde d'azote	Soluble dans le brome et très-peu soluble dans l'acide sulfurique. Absorbé par la solution de sulfate ferreux.
Hydrogène phosphoré	Absorbé lentement par les solutions de sulfate de cuivre. Attaqué par le brome et l'acide sulfurique fumant.
Acide carbonique	Soluble dans l'eau. Absorbé par la potasse ou par la chaux sodée.
Sulfure de carbone	Absorbé par la potasse imbibée d'alcool.
Acide cyanhydrique	Absorbé par l'oxyde de mercure.
Chlorure de cyanogène	L'eau en dissout 25 volumes, l'alcool davantage. Absorbé par la potasse.
Chlorure de méthyle	Soluble dans 1/4 de son volume d'eau. Très-soluble dans l'alcool.
Éther méthylique	L'eau en absorbe 32 vol. à 10°; très-soluble dans l'alcool. Sol. dans l'ac. sulfurique.
Hydrogène silicé	1 vol. donne avec potas. 4 vol. d'hydrogène.
Fluorure de silicium	Absorbé par l'eau avec dépôt de silice gélatineuse.
Chlorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse.
Fluorure de bore	Absorbé par l'eau et la potasse. Carbonise le papier; colore les flammes en vert.

(141) *Caractères eudiométriques de quelques gaz carbonés* (Berthelot). — Voyez table 52.

Noms des gaz. (1 volume.)	O consommé.	CO^2 produit.	Contraction après absorpt. de CO^2	Alcool absolu.	Cu^2Cl^2 ammoniacal.	Brome.	Acide sulfurique. Ordinaire.	Acide sulfurique. Fumant.	Eau.
Hydrogène....	1/2	»	1 1/2	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Oxyde de carbone [1].....	1/2	1	1 1/2	insoluble.	diss. 20 v. de gaz.	insoluble.	insoluble.	insoluble.	insol.
Gaz des Marais (Méthane)....	2	1	3	diss. 1/2 vol. de gaz	très - peu soluble.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	dis. 1/25 de vol.
Éthane	3 1/2	2	4 1/2	diss. 1 1/2 v.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Propane.....	5	3	6	dis. 6 vol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Butane.....	6 1/2	4	7 1/2	très-sol.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-peu s.	tr.-p. s.
Éthylène.... ..	3	2	4	ass. sol.	ass. sol.	absorbe.	ab. t.-lent.	absorbe.	peu sol.
Propylène.....	4 1/2	3	5 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Butylène..	6	4	7	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Amylène (Vap.).	7 1/2	5	8 1/2	très-sol.	un peu s.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	peu sol.
Acétylène.....	2 1/2	2	3 1/2	dis. 6 vol. de gaz	abs., précipité rouge	absorbe.	abs. lent.	absorbe.	soluble (1 v.).
Allylène.... ..	4	3	5	très-sol.	abs. pr. j.	absorbe.	absorbe.	abs. rap.	soluble.
Alcool (Vap.)...	3	2	4	»	soluble.	très-sol.	très-sol.	très-sol.	très-sol.
Ether (Vap.)....	6	4	7	très-sol.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.	soluble.
Benzine (Vap.) [2].	7 1/2	6	8 1/2	soluble.	»	»	»	soluble.	insol.

[1] Très-lentement soluble dans les alcalis (Formiates).
[2] Absorbé par l'acide nitrique fumant (Nitrobenzine).

Section VI. — Analyse quantitative.

(142) *Facteurs pour le calcul des analyses.*

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 125.	Fact. § 128.
Aluminium	Alumine Al^2O^3	Al^2	0,53399	0,53004
Ammonium	Chlorure d'ammonium AzH^4Cl	AzH^3	31857	31866
	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	AzH^3	07646	07687
	Platine Pt	AzH^3	17303	17509
Antimoine	Oxyde d'antimoine Sb^2O^3	Sb^2	83366	83321
	Antimoniate d'antimoine Sb^2O^4	Sb^2	78986	78933
	Sulfure d'antimoine Sb^2S^3	Sb^2	71428	71373
Argent	Chlorure d'argent AgCl	Ag	75271	75271
	Cyanure d'argent AgCAz	Ag	80560	80560
	Oxyde d'argent Ag^2O	Ag^2	93099	93099
	Sulfure d'argent Ag^2S	Ag^2	87063	87068
Arsenic	Anhydride arsénieux As^2O^3	As^2	75757	75779
	Anhydride arsénique As^2O^5	As^2	65217	65244
	— — As^2O^5	As^2O^5	86087	86097
	Sulfure d'arsenic As^2S^3	As^2	60919	60959
	— — As^2S^3	As^2O^3	80414	80443
	Arséniate ammoniaco-magnés. $Mg,AzH^4AsO^4 + 1/2H^2O$	$1/2\ As^2O^5$	60512	60412
Azote	Chloroplatinate d'ammonium $(AzH^4)^2PtCl^6$	Az^2	06300	06332
	Platine Pt	Az^2	14257	14421
	Anhydride azotique Az^2O^5	Az^2	25986	25987
Baryum	Baryte BaO	Ba	89556	89556
	Sulfate de baryum $BaSO^4$	Ba	58814	58819

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 125.	Fact. § 128.
Baryum	Sulfate de baryum $BaSO^4$	BaO	0,65673	0,65678
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	Ba	69574	69575
	— — $BaCO^3$	BaO	77688	77688
	Fluosilicate de baryum $BaSiFl^6$	BaO	54871	54731
Bismuth	Oxyde de bismuth Bi^2O^3	Bi^2	89743	89656
	Chromate de bismuth $(BiO)^2Cr^2O^7$	Bi^2O^3	69976	69854
Bore	Acide borique Bo^2O^3	Bo^2	31428	31286
	Fluoborate de potassium $BoKFl^4$	$1/2\ Bo^2O^3$	27748	27613
Brome	Bromure d'argent AgBr	Br	42554	42557
Cadmium	Oxyde de cadmium CdO	Cd	87500	87498
	Sulfure de cadmium CdS	Cd	77737	77742
Calcium	Chaux CaO	Ca	71428	71434
	Sulfate de calcium $CaSO^4$	Ca	29395	29404
	— — $CaSO^4$	CaO	41154	41163
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	Ca	40000	40006
	— — $CaCO^3$	CaO	56000	56004
Carbone	Anhydride carbonique CO^2	C	27273	27273
	Carbonate de calcium $CaCO^3$	CO^2	44000	43995
	Carbonate de baryum $BaCO^3$	CO^2	22312	22312
Chlore	Chlorure d'argent AgCl	Cl	24728	24729
	— — AgCl	HCl	25425	25428
	— — AgCl	$1/2\ Cl^2O^5$	52625	52625
Chrome	Oxyde de chrome Cr^2O^3	Cr^2	68587	68475
	Anhydride chromique CrO^3	Cr	52191	52062
	Oxyde de chrome Cr^2O^3	$2CrO^3$	1,31413	1,31525
	Chromate de plomb $PbCrO^4$	CrO^3	0,31053	0,30996
Cobalt	Oxyde de cobalt CoO	Co	78667	0,78594
	Cobalt Co	CoO	1,27119	1,27235
	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	Co	0,38046	0,37948

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 125.	Fact. § 128.
Cobalt	Sulfate de cobalt $CoSO^4$	CoO	0,48364	0,48284
	Azotite de cobalt et de potassium $Co^2O(AzO^2)^4$, $6KAzO^2 + 2H^2O$	CoO	47336	47288
Cuivre	Oxyde cuivrique CuO	Cu	79874	79864
	Oxyde cuivreux Cu^2O	Cu^2	88844	88805
	Sulfure cuivreux Cu^2S	Cu^2	79836	79834
Cyanogène	Cyanure d'argent AgCAz	CAz	49439	49440
Étain	Oxyde stanneux SnO	Sn	88060	88028
	Oxyde stannique SnO^2	Sn	78667	78646
Fer	Oxyde ferreux FeO	Fe	77778	77784
	Oxyde ferrique Fe^2O^3	Fe^2	70000	70007
	— — Fe^2O^3	2FeO	90000	90002
	Sulfure de fer FeS	Fe	63582	63601
Fluor	Fluorure de calcium $CaFl^2$	Fl^2	48718	48853
Hydrogène	Eau H^2O	H^2	44444	44436
Iode	Iodure d'argent AgI	I	54029	54034
	Iodure de palladium PdI^2	I^2	70413	70444
Lithium	Lithine anhydre Li^2O	Li^2	46745	46765
	Phosphate de lithium Li^3PO^4	Li^3	48453	48456
Magnésium	Magnésie MgO	Mg	60000	60358
	Sulfate de magnésium $MgSO^4$	MgO	33343	33546
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	Mg^2	21622	21868
	— — $Mg^2P^2O^7$	2MgO	36036	36234
Manganèse	Oxyde manganeux MnO	Mn	77528	77445
	Oxyde manganoso-manganique Mn^3O^4	3Mn	72125	72029
	— — — Mn^3O^4	3MnO	93034	93007
	Sulfure de manganèse MnS	MnO	81584	81539
Mercure	Mercure Hg	HgO	1,08000	1,07988
	Oxyde mercurique HgO	Hg	0,92593	0,92603

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 125.	Fact. § 128.
Mercure	Sulfure mercurique HgS	Hg	0,86179	0,86202
	Chlorure mercureux Hg^2Cl^2	Hg^2	84941	84962
Molybdène	Oxyde de molybdène MoO^2	Mo	75000	75027
Nickel	Oxyde de nickel NiO	Ni	78667	78594
	Sulfate de nickel $NiSO^4$	Ni	38046	37948
	— — $NiSO^4$	NiO	48364	48284
Phosphore	Anhydride phosphorique P^2O^5	P^2	43662	43692
	Pyrophosphate de magnésium $Mg^2P^2O^7$	P^2	27928	27862
	— — $Mg^2P^2O^7$	P^2O^5	63964	63769
	Phosphate d'argent Ag^3PO^4	$1/2\ P^2O^5$	16954	16981
	Pyrophosphate d'argent $Ag^4P^2O^7$	P^2O^5	23443	23453
	Pyrophosphate d'uranyle $(UO)^4P^2O^7$	P^2O^5	19777	19763
Plomb	Chlorure de plomb $PbCl^2$	Pb	74476	74474
	— — $PbCl^2$	PbO	80235	80233
	Oxyde de plomb PbO	Pb	92823	92822
	Sulfure de plomb PbS	PbO	93273	93279
	Sulfate de plomb $PbSO^4$	Pb	68291	69293
	— — $PbSO^4$	PbO	73572	73575
Potassium	Chlorure de potassium KCl	K	52467	52460
	— — KCl	$1/2\ K^2O$	63192	63185
	Chloroplatinate de potassium K^2PtCl^6	K^2	16039	16109
	— — K^2PtCl^6	$2KCl$	30570	30707
	Platine (du chloroplatinate) Pt	K^2	39733	40231
	Potasse anhydre K^2O	K^2	83028	83025
	Azotate de potassium $KAzO^3$	$1/2K^2O$	46587	46581
	Sulfate de potassium K^2SO^4	K^2	44895	44893
	— — K^2SO^4	K^2O	54072	54072
Silicium	Silice SiO^2	Si	46667	46729
	Fluosilicate de potassium K^2SiFl^6	H^2SiFl^6	65374	65493

Élément dosé.	Corps trouvé.	Corps cherché.	Fact. § 125	Fact. § 128.
Sodium	Chlorure de sodium NaCl	Na	0,39390	0,39404
	— — NaCl	1/2Na²O	53066	53075
	Soude anhydre Na²O	Na²	74229	74241
	Sulfate de sodium Na²SO⁴	Na²	32418	32435
	— — Na²SO⁴	Na²O	43676	43689
	Carbonate de sodium Na²CO³	Na²	43442	43458
	— — Na²CO³	Na²O	58524	58536
Soufre	Sulfate de baryum BaSO⁴	S	13750	13744
	— — BaSO⁴	SO³	34326	34322
	— — BaSO⁴	H²SO⁴	42043	42041
	Sulfure d'arsenic As²S³	S³	39080	39041
	— — As²S³	3H²S	41517	41483
	Anhydride sulfurique SO³	SO²	80019	80015
	— — SO³	S	40056	40045
	Acide sulfurique H²SO⁴	SO³	81647	81640
Strontium	Strontiane SrO	Sr	84541	84544
	Sulfate de strontium SrSO⁴	Sr	47664	47674
	— — SrSO⁴	SrO	56380	56389
	Carbonate de strontium SrCO³	SrO	70169	70173
Thallium	Iodure thalleux TlI	Tl	61659	61682
	Chloroplatinate de Thallium Tl²PtCl⁶	Tl²	49894	50054
Titane	Anhydride titanique TiO²	Ti	60976	61154
Tungstène	Anhydride tungstique TuO³	Tu	79310	79316
Urane	Oxyde uraneux UO	U	88235	88253
	Oxyde uranoso-uranique U³O⁴	U³	84906	84927
Vanadium	Anhydride vanadique V²O⁵	V²	56188	56154
Zinc	Oxyde de zinc ZnO	Zn	80247	80342
	Sulfure de zinc ZnS	Zn	66958	67102
	— — ZnS	ZnO	83441	83520

(143) *Facteurs pour analyses de chimie biologique.*

Corps trouvé.	Corps cherché.	Facteur.	Logarithme.
Platine Pt.....	urée	0,3050	$\bar{1}$,48430
Chloroplatinate d'ammonium $2AzH^4Cl.PtCl^4$.....	urée	0,1347	12937
Carbonate de baryum $BaCO^3$	urée	0,3047	48387
Chlorure de zinc et de créatinine $(C^4H^7Az^3O)^2,ZnCl^2$..	créatinine	0,6247	79567
Fer Fe.....	hémoglobine	232,5	2,36642

(144) *Calcul des analyses organiques.*

Poids de l'eau divisé par 9 ou multiplié par 0,1111 = hydrogène;

Poids de l'acide carbonique multiplié par $\frac{3}{11}$ ou par 0,2727 = carbone.

Nota. — Le chlorure de calcium doit être absolument neutre; la potasse du tube de Liebig doit avoir pour densité 1,45.

(145) *Dosage de l'azote en volume.*

Soit V le volume de l'azote mesuré à la pression p et la température t de la cuve à eau ; m la tension maxima de la vapeur d'eau à la température t (table **28**), g le poids de 1 cent. cube d'azote = $0^{gr},0012562$; on a pour le poids de l'azote :

$$\frac{V(p-m)}{760(1+0.00367\,t)}\,g, \text{ ou } = V(p-m)\,n.$$

(146) *Table des valeurs de n.* (Voyez le § **145**)

t^0	n	t^0	n	t^0	n
	0,00000		0,00000		0,00000
0^0	16529	11^0	15888	22^0	15294
1	16468	12	15832	23	15242
2	16409	13	15776	24	15191
3	16349	14	15721	25	15140
4	16290	15	15667	26	15089
5	16231	16	15612	27	15039
6	16173	17	15558	28	14989
7	16115	18	15505	29	14939
8	16057	19	15452	30	14890
9	16000	20	15399	31	14841
10	15944	21	15346	32	14792

(147) *Table pour le calcul des dosages d'azote* (DIETRICH).

Cette table donne le poids en milligrammes d'un centimètre cube d'azote mesuré sur l'eau, d'après la formule (voyez table **145**) :

$$a = \frac{(p - m)\,g}{760\,(1 + 0{,}00367\,t)}.$$

En multipliant par V la valeur de a correspondant à p et t, on a le poids d'azote.

Cette table est calculée avec des constantes numériques différant très légèrement de celles de la table **146**.

t	740	742	744	746	748	750	752	754
10	1,1657	1,1689	1,1721	1,1753	1,1785	1,1816	1,1848	1,1880
11	1606	1638	1669	1701	1733	1765	1797	1829
12	1554	1566	1618	1649	1681	1713	1744	1776
13	1503	1535	1566	1598	1629	1661	1693	1724
14	1451	1483	1514	1546	1577	1609	1640	1672
15	1399	1431	1462	1493	1525	1556	1587	1619
16	1347	1378	1409	1441	1472	1583	1534	1566
17	1294	1325	1356	1387	1418	1450	1481	1512
18	1240	1271	1302	1333	1364	1395	1427	1458
19	1187	1217	1248	1279	1310	1341	1372	1403
20	1133	1163	1194	1225	1256	1287	1317	1348
21	1078	1109	1139	1170	1201	1231	1262	1293
22	1023	1053	1084	1114	1145	1176	1206	1237
23	0967	0997	1028	1058	1089	1119	1150	1180
24	0940	0940	0971	1001	1032	1062	1092	1123
25	0853	0883	0913	0944	0974	1004	1035	1065

t	756	758	760	762	764	766	768	770
10	1,1912	1,1944	1,1976	1,2008	1,2040	2,2072	1,2104	1,2135
11	1860	1892	1924	1956	1987	2019	2051	2083
12	1808	1839	1871	1903	1934	1966	1998	2029
13	1756	1787	1819	1850	1882	1914	1945	1977
14	1703	1735	1766	1798	1829	1860	1892	1923
15	1650	1681	1713	1744	1775	1807	1838	1869
16	1597	1628	1659	1691	1722	1753	1784	1816
17	1543	1574	1605	1636	1667	1698	1730	1761
18	1489	1520	1551	1582	1613	1644	1675	1706
19	1434	1465	1496	1527	1558	1589	1619	1650
20	1379	1410	1441	1472	1502	1533	1564	1595
21	1324	1354	1385	1416	1446	1477	1508	1538
22	1267	1298	1329	1359	1390	1430	1451	1482
23	1211	1241	1272	1302	1333	1363	1394	1424
24	1153	1183	1214	1244	1275	1305	1335	1366
25	1095	1125	1156	1186	1215	1247	1277	1307

(148) *Suite de la table* **147**, *pour les basses pressions.*

t	724	726	728	730	732	734	736	738
10	1,1402	1,1434	1,1466	1,1497	1,1529	1,1561	1,1593	1,1625
11	1352	1383	1415	1447	1479	1511	1542	1574
12	1301	1333	1364	1396	1428	1459	1491	1523
13	1251	1282	1314	1345	1377	1408	1440	1472
14	1200	1231	1263	1294	1326	1357	1389	1420
15	1149	1180	1211	1243	1274	1305	1337	1368
16	1097	1128	1160	1191	1220	1253	1284	1316
17	1045	1076	1107	1138	1169	1201	1232	1263
18	0992	1023	1054	1085	1116	1147	1178	1209
19	0939	0970	1001	1032	1063	1094	1125	1156
20	0886	0917	0948	0979	1009	1040	1071	1102
21	0832	0863	0894	0924	0955	0986	1016	1047
22	0778	0808	0839	0870	0900	0931	0961	0992
23	0723	0753	0784	0814	0845	0875	0906	0936
24	0670	0697	0728	0758	0788	0819	0849	0879
25	0610	0641	0671	0701	0732	0762	0792	0822

(150) *Formules pour les analyses indirectes.*

POTASSIUM ET SODIUM PAR LES SULFATES.

Soit : P poids des sulfates mélangés,
S poids de l'anhydride sulfurique SO^3 contenu dans P,
K poids du sulfate de potassium contenu dans P,
Na poids du sulfate de sodium contenu dans P :
On a : $K = 5,41785\ P - 9,61908\ S$. $Na = P - K$

POTASSIUM ET SODIUM PAR LES CHLORURES.

Soit : P poids des chlorures mélangés,
C poids du chlore contenu dans P,
K et Na poids des chlorures respectifs.
On a : $K = 4,63485\ P - 7,64701\ C$. $Na = P - K$

STRONTIUM ET CALCIUM PAR LES CARBONATES.

Soit : P poids du carbonate mixte,
C poids de l'anhydride carbonique CO^2 contenu dans P,
Ca et Sr poids des carbonates respectifs.
On a : $Sr = 3,10537\ P - 7,05766\ C$. $Ca = P - Sr$

CHLORE ET BROME.

Soit : P poids du chlorure et bromure d'argent mélangés,
A perte de poids de P après le traitement par le chlore,
Br poids du bromure et Cl poids du chlorure d'argent.
On a : $Br = 4,22254\ A$. $Cl = P - Br$

Section VII. — Propriétés des corps.

(151) *Formule et solubilité des principaux composés minéraux.*

La solubilité est indiquée pour l'eau à 15° et à 100°; pour l'alcool, sans signe, vers 15°. Le chiffre donne le poids du sel soluble dans 100 parties de dissolvant. Les chiffres indiqués par les différents observateurs divergent beaucoup ; on a choisi ceux qui semblent mériter le plus de confiance. Aq. = H^2O.

i. veut dire insoluble, insoluble dans ; — sol. ou s. soluble, soluble dans ; — ts. très soluble ; — ps. peu soluble ; — b. bouillant ; — déliq. déliquescent ; — déc. décomposé par le dissolvant ; — amm. ammoniaque ; — ∞ en toutes proportions ; — s. glycérine précédé d'un chiffre, soit 20, indique que 20 p. du corps se dissolvent dans 100 p. de glycérine.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p.			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Alumine.....	Al^2O^3	103	i.	i.	i.	i. ac.; hydr. ts. ac. et potasse.
Bromure d'aluminium.	Al^2Br^6	535	s.	s.		f. 90° ; b. 270°.
Chlorure —	$Al^2Cl^6 + 12$ aq.	484	400	ts.	50; b. 75	
— — anh.	Al^2Cl^6	266	déc.	déc.	déc.	volat.
Fluorure —	Al^2F^6	169	i.	i.	i.	volat.
Iodure —	$Al^2I^6 + 12$ aq.		i.	i.	i.	s. acides et alcalis.
Nitrate —	$Al^2(AzO^3)^6 + 15$ aq.	697	s.		s.	f. 185°.
Sulfate —	$Al^2(SO^4)^3 + 18$ aq.	677	table 170.		tps.	
Alun d'ammoniaque ..	$Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	907	table 170.		i.	
— de potasse.....	$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	959	table 170.			— 18 aq. 60°; anh. r.
— de soude.....	$Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24$ aq.	917	110	ts.		— 24 aq. 50°.
Bromure d'ammonium.	AzH^4Br	98	78	ts.	3	0.11 s. éther.
Carbonate —	$(AzH^4)^3H(CO^3)^2$	175	25	déc.	i. déc.	66 s. eau à 65°.
Chlorate —	AzH^4ClO^3	101	ts.	ts.	ps.	
Chlorure —	AzH^4Cl	53	table 170.		12	20 s. glycérine

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chromate d'ammon...	$(AzH^4)^2CrO^4$	152	ts.	ts.		
Bi — —	$(AzH^4)^2Cr^2O^7$	253	9	422		
Fluorure —	AzH^4Fl	37	ts.	ts.	ps.	attaque le verre.
Iodure —	AzH^4I	145	165	ts.	25	o,5 s. éther.
Molybdate —	$Mo^7O^{24}(AzH^4)^6 + 4$ aq.		40	déc.		
Nitrate —	AzH^4AzO^3	80	200	ts.	43; b. 88	déc. 170°.
Perchlorate —	AzH^4ClO^4	117	20	déc.	ps.	
Phosphate — bibas.	$(AzH^4)^2HPO^4$	132	20	s.	i.	
Phosphomolybdate —	$(AzH^4)^3PO^4 + (MoO^3)^{10} + 3/2$ aq.	603	o,06	i.		i. acide nitrique.
Sulfate —	$(AzH^4)^2SO^4$	132	table	170.	i.	f. 140°.
Sulfure —	$(AzH^4)^2S$	68	ts.	ts.	s.	
Sulfocyanate —	$AzH^4.CAzS$	76	105	ts.	s.	f. 159°.
Vanadate —	AzH^4VO^3	117	ps.	ts.		
Oxyde d'antimoine....	Sb^2O^3	292	i.	tps.	i.	s. HCl, KHO et ac. tart.
Anhydr. antimonique.	Sb^2O^5	324	i.	i.	i.	
Acide —	$HSbO^3$	171	tps.	tps.	i.	i. amm.; s. KHO et HCl conc.
Trichlor. d'antimoine.	$SbCl^3$	228	déc.	déc.	i.	f. 73°; b. 230°.
Penta — —	$SbCl^5$	299	déc.	déc.		liquide, dist. déc.
Protosulfure —	Sb^2S^3	340	i.	i.	i.	
Persulfure —	Sb^2S^5	404	i.	déc.		
Oxyde d'argent.....	Ag^2O	232	o,03	tps.	i.	
Arséniate —	Ag^3AsO^4	463	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Bromure —	$AgBr$	188	i.	i.	i.	s. amm., KCy, KBr.
Chlorate —	$AgClO^3$	191	20	50	ps.	f. 230°.

Corps.	Formules.	Poids molée	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure d'argent....	$AgCl$	143	i.	i.	i.	s. amm., KCy, NaCl, HCl, conc. $Na^2S^2O^3$.
Chromate —	Ag^2CrO^4	332	i.	i.	i.	s. amm., AzO^5H.
Cyanure —	$AgCy$	134	i.	i.	i.	s. cyanures et amm., i. AzO^5H.
— d'arg. et potass.	$KAgCy^2$	199	12,5	100	4	
Iodure d'argent.....	AgI	235	i.	i.	i.	0,04 s. am., s. $AgAzO^3$, KI, KCl, NaCl, KCy, HI.
Nitrate —	$AgAzO^3$	170	table 170.		10, b. 25	f. 198°; s. éth. et glyc.
Nitrite —	$AgAzO^2$	154	0,3	s.		déc. 140°.
Phosphate d'argent...	Ag^3PO^4	419	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Pyrophosph. — ...	$Ag^4P^2O^7$	606	i.	i.	i.	s. acides et amm.
Sulfate — ...	Ag^2SO^4	312	0,5	1,5	i.	s. AzO^5H.
Sulfite — ...	Ag^2SO^3	296	ps.	déc.	i.	s. amm. et sulfit. alc.
Sulfure — ...	Ag^2S	248	i.	i.	i.	
Acide arsénieux.....	As^2O^3	198	op. 1,2	11	0,72	s. HCl et glycérine.
— arsénique.....	AsH^3O^4, 1,2 aq.	142	ts.		ts.	— 1/2 aq. 180°.
Anhydr. —	As^2O^5	230	150		ts.	20 s. glycérine.
Bisulfure d'arsenic...	As^2S^2	214	i	i.	i.	s. AmHS.
Tri — —	As^2S^3	246	0,0001	i.	i.	s. AmHS et Amm.
Baryte anhydre.....	BaO	153	déc.	déc.		
— cristallisée....	BaH^2O^2, 8 aq.	315	table 170.		b., 0,9	— 7 aq. vide; f. 78°.
Bioxyde de baryum anh.	BaO^2	169	i.	déc.		
— — hydr.	BaO^2, 8 aq.	313	ps.	ps.	i.	anh. 130°.
Bromure —	$BaBr^2$, 2 aq.	333	130	200	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Carbonate de baryum.	$BaCO^3$	197	0,007	0,006	i.	
Chlorate —	$BaCl^2O^6$, aq.	322	table	170.	0,22, b., 3	anh. 120°
Chlorure —	$BaCl^2$, 2 aq.	244	table	170.	0,01; b. 0,5	10 s. glyc.; anh. 100°.
Chromate —	$BaCrO^4$	253	i.	i.	i.	s. acides.
Fluorure —	$BaFl^2$	175	ps.	ps.	i.	s. HCl, AzO^3H
Fluosilicate —	$BaSiFl^6$	279	0,01	0,02	i.	0,4 s. ac. nitr. dilué.
Iodure —	BaI^2, 2 aq.	427	ts.	ts.	ts.	
Nitrate —	$BaAz^2O^6$	261	table	170.	tps.	
Nitrite —	$BaAz^2O^4$, aq.	247	ts	ts.	1,5	
Perchlorate —	$BaCl^2O^8$, 4 aq.	408	ts.	ts.	ts.	— 2 aq. 100°.
Phosphate de bar. tribas.	$Ba^3(PO^4)^2$	601	i.	i.	i.	s. acides.
— — bibas.	$BaHPO^4$	233	i.	i.	i.	s. acides.
— — acide.	$BaH^4P^2O^8$	331	déc.	déc.	i.	s. acides.
Pyrophosphate de bar.	$Ba^2P^2O^7$	448	ps.	ps.	i.	s. acides.
Sulfate —	$BaSO^4$	233	0,0002		i.	
Sulfhydrate —	BaS^2H^2	203	s.	s.	i.	
Oxyde de bismuth.....	Bi^2O^3	464	i.	i.	i.	
Chlorure —	$BiCl^3$	314	i.	i.		s. HCl.
Nitrate —	$Bi(AzO^3)^3$, 5 aq.	486	déc.	déc.		anh. 80°; s. $AzOH^3$.
— basiq. —	$BiAzO^4$	286	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Bi^3P^2O^8$	820	i.	i.	i.	i. AzO^3H.
Sulfate —	$Bi^2(SO^4)^3$	704	s.		i.	
Acide borique.....	BoO^3H^3	62	table	170.	b 25	10 s. glycérine.
Oxyde de cadmium...	CdO	128	i.	i.	i.	2 aq. 100°; anh. 260°.
Bromure —	$CdBr^2$, 4 aq.	344	1 06	ts.	30	0,4 s. éther.
Carbonate —	$CdCO^3$	172	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure de cadmium.	$CdCl^2$, 2 aq.	219	table	170.	ps.	
Iodure —	CdI^2	366	table	170.	102	32 s. éther.
Nitrate —	$Cd(AzO^3)^2$, 4 aq.	308	ts.	ts.	ts.	f. 60° b. 132°, — 3 aq.
Sulfate —	$CdSO^4$, 8 aq.	768	72	s.	i.	— 5 aq. 100°.
Sulfure —	CdS	144	i.	i.	i.	
Oxyde de calc. (chaux)	CaO	56	hydr.	hydr.	i.	
Hydrate de calcium.	CaH^2O^2	74	0,18	0,1	i.	
Arséniate —	$Ca^3As^2O^8$	398	i.	i.		s. acides.
Arsénite —	$CaHAsO^3$	164	0,03	i.	i.	s. acides et sels amm.
Bromure —	$CaBr^2$	200	140	312	s.	
Carbonate —	$CaCo^3$	100	0,018	0,01	i.	
Chlorure —	$CaCl^2$, 6 aq.	219	table	170.	13 b 70	anh. 200°.
Fluorure —	$CaFl^2$	78	0,037		i.	
Fluosilicate —	$CaSiFl^6$	182	i. déc.	déc.	s.	s. acides.
Iodure —	CaI^2	294	200	450	s.	
Nitrate —	$Ca(AzO^3)^2$	164	94	300	s.	s. alcool éthéré.
Phosphate bas. de calc.	$Ca^3P^2O^8$	310	i.	i.	i.	s. acides.
— rétrogradé —	$CaHPO^4$, 2 aq.	172	i.	i.	i.	anh. 120°; s. acides et citrate amm.
— acide —	$CaH^4(PO^4)^2$, aq.	252	s.	s.	déc.	
Sulfate de calcium....	$CaSO^4$, 2 aq.	172	table	170.	i.	anh. 170°.
Sulfate de cérium	$Ce^2(SO^4)^3$	564	8,3	0,5	i.	+ 5,6,8,9 ou 12 aq.
Oxyde de chrome.....	$Cr^2O^6H^6$, 4 aq.	279	i.	i.	i.	— 4 aq. 100° ; s. ac. et alcalis.
Acide chromique.....	CrO^3	100	160	ts.	s. froid.	
— chlorochromique	CrO^2Cl^2	155	déc.	déc.	déc.	liq. b. 118°; s. ac. acét.

Corps.	Formules.	Poids molée.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Chlorure chromeux...	Cr^2Cl^2	123	ts.	ts.		absorbe l'oxygène.
— chromique..	Cr^2Cl^6, 12 aq.	534	s.	s.	s.	
Sulfate —	$Cr^2(SO^4)^3$, 18 aq.	717	120	ts.	s.	— 12 aq. 100°.
Alun chromico-potassique...	$K^2Cr^2(SO^4)^4$, 24 aq.	999	16	50	i.	
Oxyde de cobalt.....	CoO^2H^2	93	i.	i.	i.	anh. 100°.
Peroxyde —	Co^2O^3, 3 aq.	220	i.	i.	i.	— aq. 100°; s. ac.
Arséniate —	$Co^3As^2O^8$, 8 aq.	599	i.	i.	i	
Carbonate —	$CoCO^3$, 6 aq.	227	i.	i.	i.	s. carbonate amm.; — 5 1/3 aq. 25°.
Chlorure —	$CoCl^2$, 6 aq.	238	s.	ts.	s.	— 4 aq. 121°.
Cyanure —	$CoCy^2$	101	i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Co(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	déliq.	ts.	100°	
Nitrite — et potasse	$Co^2K^6(AzO^2)^{12}$, 3 aq.	958	i.	déc.	i.	
Phosphate —	$Co^3P^2O^8$, 2 aq.	403	i.	i.	i.	s. amm. et acides.
Sulfate —	$CoSO^4$, 7 aq.	281	93	65	i.	
Protoxyde de cuivre..	Cu^2O	143	i.	i.	i.	s. amm.
Oxyde cuivrique, hydr.	CuO^2H^2	97	i.	i.	i.	s. hyposulfite Na, anh. 100°.
Bromure —	$CuBr^2$	223	ts.	ts.	s.	
Chlorure cuivreux...	Cu^2Cl^2	198	i.	i.	i.	s. HCl, amm., NaCl.
Chlorure cuivrique....	$CuCl^2$, 2 aq.	170	60	ts.	s. b. 100	s. éther.
Nitrate —	$Cu(AzO^3)^2$, 6 aq.	295	ts.	ts.	ts.	
Sulfate —	$CuSO^4$, 5 aq.	249	table 170.		i.	— 4 aq. 100°, anh. 240°, 30 s. glyc.
— de cuivre amm.	$CuSO^4$, $4AzH^3$, aq.	245	60	déc.	i.	
Protosulfure de cuivre.	Cu^2S	159	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfure de cuivre...	CuS	95	0,0001	i.	i.	
Acide stannique.....	SnO^5H^2	168	i.	i.	i.	s. acides.
— métastannique.	$Sn^5O^{11}H^2 + 4$ aq.	540	i.	i.	i.	i. ac. dil.; s. HCl conc.
Protochlorure d'étain.	$SnCl^2$, 2 aq.	225	270	déc.	s.	anh. 100°.
Bichlorure —	$SnCl^4$, 5 aq.	350	ts.	déc.	déc.	anh. table 178.
— d'étain amm.	$(AzH^4)^2SnCl^6$	367	33	déc.		
Protosulfure —	SnS	150	i.	i.	i.	s. HCl conc.
Bisulfure —	SnS^2	182	i.	i.	i.	pp'é s. HCl conc.
Protoxyde de fer hyd.	FeH^2O^2	90	0,0006	déc.	i.	s. amm.
Bromure ferreux.....	$FeBr^2$, 6 aq.	324	s.	ts.	s.	
Carbonate —	$FeCO^3$.	116	i.	i.	i.	
Chlorure —	$FeCl^2$, 4 aq.	199	140	ts.	s.	
Iodure —	FeI^2, 4 aq.	382	ts.	déc.	s.	ts glycérine.
Nitrate —	$Fe(AzO^3)^2$, 6 aq.	288	s.	déc.		
Phosphate —	$Fe^3(PO^4)^2$, 8 aq.	502	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$FeSO^4$, 7 aq.	278	table	170.	i.	— 6 aq. 140°; 25 s. gl.
— — amm.	$Fe(AzH^4)^2(SO^4)^2$, 6 aq	392	17	ts.	i.	56 s. eau à 75°.
Oxyde magnétique....	Fe^3O^4	232	i.	i.	i.	
— ferrique.....	Fe^2O^3	160	i.	i.	i.	
Arséniate —	$Fe^2(AsO^4)^2$	390	i.	i.	i.	
Bromure —	Fe^2Br^6	592	s.	s.	s.	
Chlorure —	Fe^2Cl^6, 6 aq.	433	160	ts.	ts.	s. éther et glycérine.
Nitrate —	$Fe^2(AzO^3)^6$, 18 aq.	808	s	s	s.	
Phosphate —	$Fe^2(PO^4)^2$, 4 aq.	374	i	i.	i.	s. acides.
Pyrophosphate ferriq.	$Fe^4(P^2O^7)^3$, 9 aq	908	i.	i.		s. acid. et pyrophosphate de sodium.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfate ferrique.....	$Fe^2(SO^4)^3$, 9 aq.	562	s.	s.	s.	
Alun ferrico-potassique	$Fe^2K^2(SO^4)^4$, 24 aq.	1006	20	ts.	i.	
— ammonique...	$Fe^2(AzH^4)^2(SO^4)^4$, 24 aq.	964	33	ts.	i.	
Acide iodique	IO^3H	176	s.	ts.	s.	
— periodique.....	IO^6H^5	228	ts.	ts.		f. 130°.
Hydrate de lithium...	LiOH	24	s.	s.	i.	
Bromure — ...	LiBr	87	143	270	ts.	
Carbonate — ...	Li^2CO^3	74	0,77	0,78	i.	
Chlorure. — ...	LiCl	42	82	146	s.	s. éther.
Iodure — ...	LiI	134	150	480		s. alcool éthéré.
Nitrate — ..	$LiAzO^3$	69	75	226		
Phosphate — ...	Li^3PO^4, aq.	134	0,039		i.	anh. 100°; s. 0,025 eau ammon.
Sulfate — ...	Li^2SO^4, aq.	128	42	36	tps.	
Oxyde de magnésium.	MgO	40	i	i.	i.	
Hydrate —	MgH^2O^2	58	0,02	i.	i.	
Arséniate — amm.	$Mg(AzH^4)AsO^4$, 1/2 aq.	190	0,02	i.	i.	0,006 eau ammon.
Carbonate — bas.	$MgH^2O^2,^4MgCO^3$, 6 aq.	502	0,01	0,1	i.	
Chlorure —	$MgCl^2$, 6 aq.	203	160	370	table 173.	
Phosphate —	$MgHPO^4$, 7 aq.	246	0,3	déc.		— 4 aq. 100°; an. 176°
— — amm.	$MgAzH^4PO^4$, 6 aq.	245	0,02	i.	i.	i. eau ammon.
Pyrophosphate de mag.	$Mg^2P^2O^7$, 5 aq.	312	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate de magnésium.	$MgSO^4$, 7 aq.	250	table 170.		i.	
Protoxyde de manganèse.	MnO	71	i.	i.	i.	
Sesquioxyde —	Mn^2O^3	158	i.	i.	i.	
Bioxyde —	MnO^2	87	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde de mang. interm.	Mn^3O^4	329	i.	i.	i.	
Carbonate de mangan.	$MnCO^3$	115	0,01	i.	i.	
Chlorure —	$MnCl^2$, 4 aq.	198	150	620	200	
Nitrate —	$Mn(AzO^3)^2$, 6 aq.	287	ts.	ts.	s.	
Sulfate —	$MnSO^4$, 4 aq.	223	110	146	i.	plus s. à 60° qu'à 100°
Oxydule de mercure..	Hg^2O	416	i.	i.	i.	
Bromure mercureux..	Hg^2Br^2	560	i.	i.	i.	
Chlorure —	Hg^2Cl^2	471	i.	déc.	i.	i. éther.
Chromate —	$4Hg^2O, 3CrO^3$		i	déc.		
Iodure —	Hg^2I^2	654	0,04		i.	
Nitrate —	$Hg^2(AzO^3)^2$, 2 aq.	560	s.	déc.		
Sulfate —	Hg^2SO^4	496	i.		i.	
Bioxyde (oxyde mercurique).	HgO	216	0,005	ps.		
Bromure —	$HgBr^2$	360	0,4	4	s.	s. éther.
Chlorure mercur. (Sub. Cor.).	$HgCl^2$	271	table 170.		33, b. 90	25 s. éther.
Cyanure —	$HgCy^2$	252	12	53	5, b. 20	27 s. glycérine.
— de merc. et potas.	K^2HgCy^4	382	22		s.	
Iodure —	HgI^2	454	0,6		0,8, b. 8	1,3 s. éther; s. KI, $HgCl^2$, $HgCy^2$, etc.
— — et potass.	$KHgI^3$, I 1/2 aq.	647	s.	déc.	s.	s. éther.
Nitrate mercurique...	$Hg(AzO^3)^2$, 1/2 aq.	333	ts.			
Sulfate —	$HgSO^4$, aq.	314	déc.			anh. 100°.
— — basiq.	$2HgO, HgSO^4$	728	0,005	0,16	i.	
Sulfure —	HgS	232	i.	i.	i.	
Acide molybdique....	MoO^3	144	0,2	0,5	i.	
Chlorure de molybdène	$MoCl^5$	269	s.		s.	

Corps.	Formules.	Poids molec	Solubilité dans 100 p			Observations.
			Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	
Sulfure de molybdène.	MoS^2	160	i.	i	i.	
Oxyde de nickel.....	NiO	75	i.		i.	
Sesquioxyde —	Ni^2O^3, 2 aq.	203	i.		i.	s. ammon. déc.
Chlorure —	$NiCl^2$, 6 aq.	238	50	s.	s.	
Cyanure —	$NiCy^2$, 1 1/2 aq.		i.	i.	i.	s. KCy.
Nitrate —	$Ni(AzO^3)^2$, 6 aq.	291	50	ts.	s.	
Phosphate —	$Ni^3P^2O^8$, 7 aq.	493	i.	i.	i.	s. acides.
Sulfate —	$NiSO^4$, 7 aq.	281	68	ts.	i.	— 4 aq. 100°.
— — amm.	$(AzH^4)^2Ni(SO^4)^2$, 6 aq.	395	8	40	i.	i. sol. sat. sulf. amm.
Peroxyde d'or hydr...	AuO^3H^3	247	i.	i.	i.	anh. air sec.
Perchlorure d'or neutre	$AuCl^3$	303	s.	s.	s.	
— — acide.	$AuCl^4H$, 3 aq.	393	s.	s.	s.	s. éther.
— — et pot.	$AuKCl^4$, 2 aq.	413	ts.	ts.	s.	
— — et sod.	$AuNaCl^4$, 2 aq.	397	s.	s.	s.	
Protocyanure d'or....	$AuCy$	222	i.	i.	i.	
— d'or et potas.	$AuKCy^2$	287	14	200	ps.	
Percyanure d'or acide.	$AuCy^4H$, 6 aq.	409	ts.	ts.	ts.	ts. éther; f. 50°.
— — et pot.	$AuKCy^4$	339	ts.	ts.	i.	
Acide osmique.....	OsO^4	263	s.		s. déc.	volatil.
Chlorure de palladium	$PdCl^2$, 2 aq.	213	s.	ts.	s.	
Iodure —	PdI^2	360	i.	i.	i.	ps. ac. iodhydrique.
Acide phosphoreux....	H^3PO^3	82	ts.	ts.	s.	
Anhydr. phosphorique.	P^2O^5	142	déc.	déc.	déc.	
Acide —	PO^4H^3	98	ts.	ts.	ts.	
Tribrom. de phosphore	PBr^3	271	déc.		déc.	b. 175°3.
Oxybromure —	$POBr^3$	287	déc.		déc.	f. 45°; b. 193°.

Corps.	Formules.	Poids molec.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Trichlorure de phosphore.	PCl^3	137	déc.		déc.	b. 78°5.
Oxychlorure —	$POCl^3$	153	déc.		déc.	b. 110°.
Pentachlorure —	PCl^5	208	déc.		déc.	f. b. 148°.
Triiodure —	PI^3	412	déc.		déc.	f. 55°.
Iodure de phosphonium	PH^4I	162	déc.			
Protochlorure de platine.	$PtCl^2$	268	i.			s. HCl.
Bichlorure —	$PtCl^4$	339	ts.	ts.	ts.	ts. alcool éthéré.
Chlorure de platine et sodium.	Na^2PtCl^6, 6 aq.	564	ts.	ts.	ts.	
— — potass.	K^2PtCl^6	488	0,93	5,3	0,0085	
— — amm.	$(AzH^4)^2PtCl^6$	446	0,67	1,25	0,004	
— — césium	Cs^2PtCl^6	605	0,07	0,38		
— — rubid.	Rb^2PtCl^6	510	0,13	0,64		
— — thall.	Tl^2PtCl^6	747	0,006	0,051	i.	
Cyanure de platine.	$PtCy^2$	245	i.	i.		i. acides et alcalis.
Platinocyanure d'ammon.	$(AzH^4)^2PtCy^4$, 2 aq.	369	100		ts.	anh. 150°
— de baryum....	$BaPtCy^4$, 4 aq.	510	3	ts.		
— de césium.....	$CaPtCy^4$, 5 aq.	428	ts.			anh. 140°.
— de cérium.....	$CePtCy^4$, 6 aq.	547	s.		s.	— 3 aq. air sec.
— de magnésium.	$MgPtCy^4$, 7 aq.	448	ts.		s.	s. alc. éth.; — 1 aq. 50°; — 4 aq. 212°.
— de potasse....	K^2PtCy^4, 3 aq.	430	s.	ts.	s.	
— de potasse et sodium	$KNaPtCy^4$, 6 aq.	468	s.			
Platinocyan. de sodium	Na^2PtCy^4, *n.* aq.	342	s.			
— de strontium	$SrPtCy^4$, 5 aq.	475	s.			anh. 150°.
Protoxyde de plomb..	PbO	223	i.	i.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bioxyde de plomb....	PbO^2	239	i.	i.		
Sesquiox. de pl. (minium).	Pb^2O^3	462	i.	i.		
Bromure de plomb...	$PbBr^2$	367	ps.	s.		s. acides dilués.
Carbonate —	$PbCO^3$	267	i.	i.	i.	s. sels ammon.
Chlorate —	$Pb(ClO^3)^2$, aq.	392	s.	ts.	s.	
Chlorure —	$PbCl^2$	278	0,6	5	0,5	s. HCl.
Chromate —	$PbCrO^4$	323	i.	i.	i.	ts. potasse.
Fluorure —	$PbFl^2$	245	i.		i.	s. acides.
Iodure —	PbI^2	461	0,08	0,5	0,02	
Nitrate —	$Pb(AzO^3)^2$	331	table 170.			
Nitrite de plomb basiq.	$Pb(AzO^2)^2$, $3PbO$	968	0,7	3		s. acides.
Phosphate —	$Pb^3(PO^4)^2$, 3 aq.	865	i.	i.	i.	
Sulfate —	$PbSO^4$	303	0,005	i.	i.	s. tartr. amm.; 0,003 s. ac. sulfur. dilué.
Sulfure —	PbS	239	i.	i.	i.	
Oxyde de potassium	K^2O	94	déc.	déc.	déc.	
Hydrate —	KHO	56	200	ts.	ts.	ts. glycérine.
Arséniate —	K^3AsO^4	256	dél.	ts.	4	50 s. glycérine.
Arsénite —	K^2AsO^3H	202	ts.	ts.		
Bromate —	$KBrO^3$	167	7	50	ps.	
Bromure —	KBr	119	table 170.		0,5; b. 7	0,02 s. éther.
Carbonate —	K^2CO^3	138	table 170.		i.	
Bicarbonate —	$KHCO^3$	100	table 170.		i.	
Chlorate —	$KClO^3$	122	table 170.		0,8	3,5 s. glycérine.
Chlorure —	KCl	74	table 170.		table 173.	
Chromate —	K^2CrO^4	194	table 170.		i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bichromate de potassium	$K^2Cr^2O^7$	294	table	170.	déc.	
Cobalticyanure —	$K^6Co^2Cy^{12}$	634	ps.		i.	
Cyanate —	$KCyO$	81	s.		ps.	
Cyanure —	KCy	65	s.	122	1,2	s. alcool aqueux.
Ferricyanure —	$K^6Fe^2Cy^{12}$	658	36	775	i.	ps. alcool aqueux.
Ferrocyanure —	K^4FeCy^6, 3 aq.	422	26	50	i.	
Fluoborate —	$KBoFl^4$	126	1,4	s.	i.; b. s.	
Fluosilicate —	K^2SiFl^6	220	0,13	0,66	i.	i. HCl.
Fluorure —	KFl, 2 aq.	94	s.	ts.	tps.	attaque le verre.
Iodate —	KIO^3	214	8	32	i.	
Iodure —	KI	166	table	170.	1,5	40 s. gl.; 0,3 s. éther.
Manganate —	K^2MnO^4	197	s.	s.	déc.	
Nitrate —	$KAzO^5$	101	table	170.	i. b. 2	
Nitrite —	$KAzO^2$	85	dél.	ts.	s.	
Perchlorate —	$KClO^4$	138	1,5	22	i.	
Periodate —	KIO^4	230	0,3			
Permanganate —	$K^2Mn^2O^8$	316	6,3	s.	déc.	
Phosphate — bib.	K^2HPO^4	174	ts.		i.	
Pyroantimoniate de pot.	$K^2H^2Sb^2O^7$, 7 aq.	562	ps.	déc.	i.	50 ts. eau.
Pyrophosphate —	$K^4P^2O^7$, 3 aq.	384	ts.	ts.	i.	— aq. 100°, anh. 300°
Pyrosulfate —	$K^2S^2O^7$	254	33	100	déc.	
Silicate —	K^2SiO^3	154	s.	s.	i.	
Sulfate —	K^2SO^4	174	table	170.	i.	
Bisulfate —	$KHSO^4$	136	50	110	i. déc.	
Sulfhydrate —	KHS, 1/2 aq.	81	s.	ts.	s.	
Sulfite —	K^2SO^3	158	100	ts.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Bisulfite de potassium.	$KHSO^3$	120	s.	s.	i.	
Sulfocyanure —	KCyS	97	130	ts.	s.	f. 161°.
Sulfure —	K^2S	110	ts.	ts.	s.	
Pentasulfure —	K^2S^5	238	s.	s.	s.	
Tungstate —	K^2TuO^4, (1, 2 ou 5) aq.	326	s.	s.	i.	
Bitungstate —	$5K^2O$, $12TuO^3$, 11 aq.		1,4	12	i.	
Vanadate —	KVO^3	138	ps.	ts.	i.	ps. KHO étendu.
Acide sélénieux.....	SeO^2	111	ts.	ts.		
— sélénique.....	H^2SeO^4	145	s.	s.		
Silice	SiO^2	60	i.	i.	i.	
Hydrate de sodium ...	NaHO	40	60	250	s.	i. éther, ts. glycérine.
Arséniate —	Na^3AsO^4, 12 aq.	402	28	ts.	1,8	50 s. glycérine.
Arsénite —	Na^2HAsO^3	170	ts.	ts.		
Borate —	$Na^2B^4O^7$, 10 aq.	382	table 170.		ps.	60 s. glycérine.
Bromate —	$NaBrO^3$	151	38	90		
Bromure —	NaBr, 4 aq.	175	table 170.		6	0,08 s.éther.
Carbonate — anh	Na^2CO^3	106	15	48	i.	
— — crist.	Na^2CO^3, 10 aq.	286	table 170.		i.	98 s. glycérine.
Bicarbonate —	$NaHCO^3$	84	table 170.		i.	8 s. glycérine.
Chlorate —	$NaClO^3$	107	99	204	3	
Chlorure —	NaCl	58	table 170.		i.	20 s. glycérine.
Chromate —	Na^2CrO^4, 10 aq.	342	s.	s.		
Bichromate —	$Na^2Cr^2O^7$, 2 aq.	299	s.	s.		
Ferrocyanure —	Na^4FeCy^6, 12 aq.	520	22	ts.	i.	
Ferricyanure —	$Na^6Fe^2Cy^{12}$, 2 aq.	598	18	80	s.	
Fluosilicate —	Na^2SiFl^6	188	ps.	ps.	i.	

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Hydrosulfite de sodium	$NaHSO^2$	88	s.	s.	i.	
Hypophosphite —	NaH^2PO^2	88	dél.	ts.	s.	
Hyposulfite —	$Na^2S^2O^3$, 5 aq.	248	table	170.	i.	f. 48°.
Iodate —	$NaIO^3$	198	9	34	i.	
Iodure —	NaI. 4 aq.	222	180	310	8	
Métaphosphate —	$NaPO^3$, 2 aq.	148	22	déc.	i.	
Nitrate —	$NaAzO^3$	85	table	170.	i.	
Nitrite —	$NaAzO^2$	69	ts.	ts.	s.	
Nitroprussiate —	$Na^4Fe^2Cy^{10}(AzO^2)^2$, 4 aq.	508	40	ts.	ps.	
Perchlorate —	$NaClO^4$	122	dél.	ts.	ts.	
Periodate de sod. basiq.	$Na^4I^2O^9$, 3 aq.	542	i.	ps.	i.	s. acides.
Phosphate — bibas.	Na^2HPO^4, 12 aq.	358	15	260	i.	anh. 100°.
— — tribas.	Na^3PO^4, 12 aq.	380	20	250	i.	f. 77°.
— — ammon.	$(AzH^4)NaHPO^4$, 4 aq.	209	16	100	i.	
Pyroantimoniate de sodium (sel Fremy)....	$Na^2H^2Sb^2O^7$, aq.	512	tps.	tps.	i.	
Pyrophosphate de sod.	$Na^4P^2O^7$, 10 aq.	446	7	93		
Pyrosulfate —	$Na^2S^2O^7$	222	ts.	ts.	i.	
Silicate —	Na^2SiO^3, 6 aq.	230	s.	s.	i.	
Stannate —	Na^2SnO^3, 3 aq.	266	103	ts.	i.	
Sulfate —	Na^2SO^4, 10 aq.	322	table	172.	i.	
Bisulfate —	$NaHSO^4$	120	déc.	déc.	déc.	
Sulfoantimoniate —	Na^3SbS^4, 9 aq.	481	ts.			
Sulfite —	Na^2SO^3, 7 aq.	252	25	100	i.	anh. 130°; ps. $NaHSO^3$
Bisulfite —	$NaHSO^3$	104	ts.	ts.	i.	
Sulfure —	Na^2S	78	ts.	ts.	s.	ts. glycérine.

Corps.	Formules.	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Sulfure de sodium tétra.	Na^2S^4	174	s.	s.	ps.	
Tungstate —	Na^2TuO^4, 2 aq.	330	55	124		
Anhydride sulfurique.	SO^3	80	déc.		déc.	
Acide —	H^2SO^4	98	∞	∞	déc.	
— pyrosulfurique...	$H^2S^2O^7$	178	déc.		déc.	
— nitrososulfurique..	$(AzO)HSO^4$	127	déc.		déc.	
Oxyde de strontium...	SrO	103	déc.			
Hydrate — (strontiane)	SrH^2O^2, 8 aq.	265	table 170.			
Bromure de strontium.	$SrBr^2$, 6 aq.	355	100	250	s.	
Carbonate —	$SrCO^3$	147	0,001	0,005		
Chlorure —	$SrCl^2$, 6 aq.	266	table 170.		table 173.	
Fluosilicate —	$SrSiFl^6$, 2 aq.	265	s.	ts.		
Iodure —	SrI^2, 6 aq.	449	180	370	s.	
Nitrate —	$Sr(AzO^3)^2$	211	table 170.		i.	i. alcool éthéré.
Sulfate —	$SrSO^4$	183	0,006	0,026	i.	i. H^2SO^4 dilué ; ps. HCl et AzO^3H dilué.
Sulfure —	SrS	119	déc.		s.	
Oxydule de thallium.	Tl^2O	424	ps.		s.	
Oxyde —	Tl^2O^3	456	i.			
Protochlorure —	$TlCl$	239	0,35	1,5	i.	
Perchlorure —	$TlCl^3$ + aq.	310	déc.			déc. 60°.
Iodure —	TlI	331	0,022	0,12	0,002	i. KI.
Phosphate —	Tl^3PO^4	711	0,5	0,67	i.	
Sulfate —	Tl^2SO^4	504	4,8	19,2		
Acide titanique.....	TiO^2	82	i.	i.		s. H^2SO^4 bouillant.
— tungstique . .	TuO^3	232	i.	i.		s. alcalis.

Corps.	Formules	Poids moléc.	Solubilité dans 100 p. Eau froide.	Eau bouill.	Alcool.	Observations.
Oxyde d'urane.....	U^2O^3	288	i.	i.		
Perchlorure d'urane...	U^2Cl^5	427	s.			
Oxychlorure —	UOCl, 1/2 aq.	180	s.	ts.	s.	s. éther,
Nitrate —	$UAzO^4$, 3 aq.	252	265	ts.	33,3	s. éther.
Phosphate d'ur. analyt.	$(UO)^2AzH^4PO^4$, *n.* aq.	385	i.	i.	i.	i. acétate d'amm.
Pyrophosphate d'urane	$(UO)^4P^2O^7$	720	i.	i.	i.	
Sulfate —	$(UO)^2SO^4$, 3 aq.	420	216	360	4; b. 5	
Acide vanadique... ..	V^2O^5	182	0.1	ps.		
Chlorure de vanadium.	VCl^4	193	s.		déc.	liq. b. 154°.
Oxyde de zinc.....	ZnO	81	i.	i.	i.	
Bromure —	$ZnBr^2$	225	320	ts.	s.	s. éther.
Carbonate —	$ZnCO^3$, aq.	143	0,005	i.	i.	
— — basiq.	$Zn^5(HO^2)^3(CO^3)^2$	539	0,002	déc.	i.	
Chlorure —	$ZnCl^2$	130	300	ts.	100	50 s. glyc.; s. éther.
Iodure —	ZnI^2	319	dél.	ts.	s.	40 s. glycérine.
Nitrate —	$Zn(AzO^3)^2$, 6 aq.	297	dél.	ts.	s.	
Sulfate —	$ZnSO^4$, 7 aq.	287	table	170.	i.	35 s. glycérine.
Sulfure —	ZnS	97	i.	i.	i.	
Bromure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4Br,CdBr^2$. aq.		130	ts.	18	0,4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaBr,2CdBr$, 5 aq.		96	ts.	27	0,5 s. éther.
— et de potassium	$KBr,CdBr^2$, aq.		114	ts.	déc.	
Iodure de cadm. et d'ammon.	$2AzH^4I,2CdI^2$, aq.		110	ts.	114	4 s. éther.
— —	$2AzH^4I,CdI^2$, 2 aq.		174	ts.	142	11 s. éther.
— et de potassium	$2KI,CdI^2$, 2 aq.		137	ts.	79	4 s. éther.
— et de sodium.	$2NaI,CdI^2$. 6 aq.		160	ts.	118	10 s. éther.

(152) Tableau

Composition et caractères des

Noms. (1)	Composition et caractères extérieurs. (2)	
Acerdèse	$Mn^2O^3\ H^2O$ — Gris d'acier foncé. N.	a
Actinote	Amphibole verte. RO,SiO^2(R=Mg, Ca.Fe).	b
Adulaire	Orthose. $K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$ — Tp,Tl; I, gris.	c
Agate	SiO^2. Concrétionnée — Tl;R,N,I, gris,V.	d
Aimant	Magnétite. Fe^3O^4 — N. Métallique.	e
Albâtre	Gypse ou calcaire translucide.	f
Albite	$Na^2O,\ Al^2O^3,\ 6SiO^2$ — Tl ; I, gris.	g
Almandin	$3FeO,\ Al^2O^3,\ 3SiO^2$ —Tp; R,RBr.	h
Alun	$K^2O.Al^2O^3,\ 4SO^3.24H^2O$ — Tp; I.	i
Alunite	$3Al^2O^3,K^2O,4SO^3,6H^2O$ = Tl ; I, J. K.	j
Alunogène	$Al^2O^3,SO^3,18H^2O$ — Tl; I, J.	k
Ambre	Voyez *Succin*.	l
Amiante	Amphibole blanche souvent altérée — I,J,V.	m
Amphibole blanc	RO,SiO^2(R=Ca,Mg,Fe) — Tl ; I, gris V.	n
— noire.	Hornblende. R=(Fe,Ca,Mg).—N,V foncé.	o
Amphigène	$K^2O,\ Al^2O^3,\ 4SiO^2$ — Tl , I, gris J.	p
Analcime	$Na^2O,Al^2O^3,4SiO^2,2H^2O$ — Tp,Tl;I, Rose.	q
Anatase	TiO^2 — Br, Bl, Métallique ; parfois Tp,I.	r
Andalousite	Al^2O^3,SiO^2 — Gris, Rosé, Br, parfois Tp;V.	s
Andésine	$(CaNa^2)O\ Al^2O^3,\ 4SiO^2$ — Tl;I,J.V.	t
Anglésite	PbO,SO^3—Tp , I très vif éclat ; J,V.	u
Anhydrite	CaO,SO^3—Tp,Tl. I, gris Bl, R	v

(1) Nomenclature française (Dufrénoy, Delafosse, Descloizeaux).

(2) Poids atomiques modernes. Formules dualistiques. Tp = Transparent, Tl = Translucide, N = Noir, I = Incolore ou blanc, R = Rouge, Bl = Bleu, J = Jaune, Br = Brun, V = Vert.

(3) L'échelle de dureté comprend 10 termes, dont chacun raye tous les précédents. Ce sont : 1 *Talc*, 2 *Gypse*, 3 *Calcite*, 4 *Fluorine*, 5 *Apatite*, 6 *Orthose*, 7 *Quartz*, 8 *Topaze*, 9 *Corindon*, 10 *Diamant*.

(4) L'échelle de fusibilité comprend 6 termes, qui sont : 1 *Stibine*, 2 *Mésotype* (fondent dans la flamme de la bougie en assez gros morceaux) ; 3 *Grenat almandin* (fond en assez gros éclats à la flamme du chalumeau), 4 *Amphibole actinote*, 5 *Orthose adulaire* (ne fondent qu'en écailles très minces et à la par-

minéralogique.

principales espèces minérales.

	Densité	Dureté (3)	Fusibilité (4)	Solubilité. (5)	Forme cristalline. (6)
a	4,2—4,34	3,5—4	I	S	III mg^1
b	3—3,3	5—5,5	4b	I	IV
c	2,5—2,59	6	5	I	IV mg^1p
d	2,5—2,8	7	I	I	VI O
e	5—5,2	5,5—6,5	6	S	I a^1
f					
g	2.5—2,64	6—6,5	4b	I	V, g^1pmta^3
h	3,5—4,3	7—7,5	3	diff S	I b^1a^2
i	4,9	2—2,5	4 puis I	SS	I a^1p
j	2,77—2,80	3,5—4	I	très peu S	VI r
k	1,6—1,8	1,5—2	2 puis I	SS	?
l					
m	2,9—2,3	5,5	4	I	IV
n	2,9—3,2	5,5	4	I	IV mg^1p
o	3—3,4	5,5	4	très peu S	IV mg^1pb $^1/^2$
p	2,45—2,5	5,5—6	I	S	I a^2
q	2,29	5,5	2,5	S, Gél	I a^2p
r	3,8—3,95	5,5—6	I	I	II b^1p
s	3,2	7,5	I	I	III mp
t	2,65—2,74	5—6	4	Inc et dif S	V pg^1m
u	6,3	3	3	I	III mpa^2
v	2,98	3—3,5	3	S	III $pg^1$$h^1$

tie la plus chaude du dard du chalumeau), 6 *Bronzite* (le bord des écailles les plus minces ne fait que s'arrondir). I = Infusible, *b* = en bouillonnant, Inc = Incomplètement, F = Fusible, C = Sur le charbon.

(5) I = Insoluble et inattaquable dans les acides (HCl), S = Soluble ou attaquable dans les acides, Gel = fait gelée, Nitr = Acide nitrique, SS = Soluble dans l'eau.

(6) I = Cubique, II = Quadratique, III = Orthorhombique, IV = Clinorhombique, V = Anorthique, VI = Hexagonal ou rhomboédrique, O = Amorphe. Quelques faces importantes sont indiquées, avec la notation française ; les faces *en italique* sont celles de clivage Forme *primitive* *p*, *m*, *t* (*r* = Rhomboèdre); modification sur les angles a^x, e^x, i^x, o^x ; sur les arêtes b^x, d^x, g^x, h^x, e^x f^x.

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Anorthite.....	$CaO,Al^2O^3,2SiO^2$ — Tp. Tl ; I.	a
Anthracite.....	C 90 %. N. Eclat semi-métallique.	b
Antimoine.....	— sulfuré, voyez *Stibine*.	c
Apatite.....	$P^3Ca^5FlO^{12}$ — Tl ; I, V, Bl, J ; parfois Tp.	d
Apophyllite.....	$Ca^4KH^{10}Si^8FlO^{28}$ — Tp ; I parfois rosé.	e
Aragonite.....	CaO,CO^2. — Tp, Tl, I, J, V, rosé.	f
Argent.....	Ag — Gris, Jaunâtre, Métallique.	g
	Argent rouge = *Argyrythrose*.	
	— muriaté = *Cérargyre*.	
Argiles.....	Al^2O^3 : 25 à 39 % ; SiO^2 : 25 à 65 ; H^2O : 10 à 30.	h
Argyrose.....	Ag^2S — N gris métallique.	i
Argyrythrose...	Argent rouge. Ag^3SbS^3 — R foncé métallique. Tp	j
Arsenic.....	— sulfuré J = *Orpiment* ; — R = *Réalgar*.	k
Arsénolite.....	As^2O^3 — Tl. I. jaune.	l
Asphalte.....	C : 76 % — Brun noir.	m
Augite.....	Pyroxène. (Ca,Mg, Fe) O. SiO^2 — Op, Tl ; N, V foncé	n
Axinite.....	Silicoborate de Ca, Al etc. — Tp ; I, Br, Violet.	o
Azurite.....	$3CuO,2CO^2,H^2O$ — Tl ; B ;	p
Barytine.....	BaO,SO^3. — Tp. Tl ; I, J, Br.	q
Béryl.....	Voyez *Émeraude*.	r
Binnite.....	Tennantite de Binnen.	s
Biotite.....	$2(Mg,K^2Al^2/_3)O,SiO^2$ — Tp, V, J de miel, N.	t
Bismuth.....	Bi. — Gris, Blanc d'argent rougeâtre.	u
Bitume.....	Voyez *Asphalte*.	v
Blende.....	ZnS — Tp, Tl, J, Br. Verdâtre.	x
Bol.....	Argile très ferrugineuse — Br, J.	y
Boracite.....	$Mg^7Bo^{16}.O^{30}Cl^2$ — Tp, Tl ; I, gris.	z
Borax.....	$Bo^4Na^2O^7,10H^2O$ — Tp, I.	a
Boulangérite....	$3PbS,Sb^2S^3$ — Gris de plomb.	b
Bournonite....	$Sb^2S^3,2PbS.Cu^2S$ — Gris métallique.	c
Braunite.....	Mn^2O^3 — Gris noirâtre.	d
Brochantite.....	$4CuO,SO^3,3H^2O$ — Tl ; V.	e
Bronzite.....	MgO,SiO^2 — Tl, Br. J verdâtre.	f
Brookite.....	TiO^2 — Tl ou Op, Br. vif éclat.	g
Brucite.....	MgO,H^2O — Tp, Tl ; I, Gris, Verdâtre.	h
Calaïte.....	Voyez *Turquoise*.	i
Calamine.....	$SiO^2,2ZnO,H^2O$ — Tp, Tl ; I. J, Bl.	j
	Calamine (Delafosse), voyez *Smithsonite*.	k
Calcite.....	Calcaire. CaO,CO^2 — Tp, Tl ; I, J, Br, N etc.	l
Cancrinite.....	Voyez *Néphéline*.	m

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,7—2,75	6	3	S	V *pmtg*[1]
b	1,14—1,75	2—2,5	1	I	O
c					
d	3,2—3,25	5	4—5	S	VI *mp*
e	2,3—2,4	4,5—5	1,5	S; SiO^2 pulv	II a^1pm
f	2,95	3,5	I	S	III mg^1e^1
g	10—11,1	2,5—3	Fus	S Nitr	I pa^1
h	1,7—2,2	—	I	dif. S. Gél	O
i	7,36	2	3	S. Nitr	I pa^1
j	5,7—5,85	2—2,5	2	S. Nit	VI rd^1b^1
k					
l	3,7	3	Volat	S	I a^1
m	1 à 1,7	1—2	vers 100	I	O
n	3,3—3,4	6	3	à peine S	IV $mh^1g^1b^{1/2}$
o	3,3	6,5—7	2, se gonfle	I	V pmt
p	3,5—3,8	3,5—4	2	S	IV $pme^{1/2}$
q	4,35—4,71	3—3,5	3	I	III mpa^2
r					
s					
t	2,7—3,1	2,5—3	5	S. Sulf	III *p*
u	9,73	2—2,5	1	S. Nitr	VI ra^1e^1
v					
x	3,9—4,2	3,5	5—6	S.	I a^1b^1
y	1,6—2,2	—	I	S en partie	O
z	2,9—2,97	6,5—7	2; Crist	S Nitr	I b^1pa^1
a	1,71	2—2,5	2	SS	IV mh^1p
b	5,8—6	3	Fus C	S Nitr	—
c	5,7—5,87	2,5—3	Fus C	S. Nitr	III g^1h^1p
d	4,7—4,82	6,5	I	S	II b^1p
e	3,90	3,5—4	Fus	S	III pma^1
f	3,12—3,75	5—6	6	I	III g^1mh^1
g	4,12—4,17	5,5—6	I	I	III mb^1
h	2,35	1,5	I	S	VI ra^1
i					
j	3,3—3,5	5	6	S Gél	III mg^1p
k					
l	2,723	3	I	S	VI re^1d^2
m					

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Carnallite	$KCl,MgCl^2,6H^2O$ — Tl, Tp; I. R.	a
Cassitérite	SnO^2 — Tp, Tl, Op; Brun clair à N.	b
Célestine	SrO,SO^3 — Tp, Tl; I, Bl. R.	c
Cérargyre	Kérargyre. $AgCl$ — Gris violacé.	d
Cérite	SiO^2,2 (Ce,La,Di)O,H^2O — Sub-Tl; Br R.	e
Cérusite	PbO,CO^2 — Tp; I. Tl:J,V,Bl.N;	f
Chabasie	$CaO.Al^2O^3,4SiO^2,6H^2O$ — Tp; I, Rosé.	g
Chalcopyrite	Pyrite de cuivre. $Cu\ FeS^2$ — J d'or foncé.	h
Chalcosine	Cu^2S — Noir de fer, éclat métallique faible.	i
Chaux	Chaux carbonatée = *Calcite.*	
	— fluatée = *Fluorine.*	
	— phosphatée = *Apatite.*	
	— sulfatée = *Gypse.*	
Chessylite	Voyez *Azurite.*	j
Chiastolite	Voyez *Andalousite.*	k
Chloanthite	$NiAs^2$ — Gris Mét. — Enduit vert.	l
Chlorite	Voyez *Pennine, Clinochlore, Ripidolithe.*	m
Chromite	Fer chromé. $FeCr^2O^4$ — N métallique.	n
Christianite	$Al^2O^3,(CaK^2)\ O,4SiO^2,5H^2O$ — Tl; I,J Gris.	o
Cinabre	HgS. — Tp; R foncé.	p
Clinochlore	$8MgO,Al^2O^3,5SiO^2,7H^2O$. — Tp, Tl; V.	q
Cobaltine	Cobalt gris. $CoAsS$ — Gris métallique rosé.	r
Cordiérite	$2MgO,2Al^2O^3,5SiO^2$ — Tp, Tl; gris, Bl, Br.	s
Corindon	Saphir. Al^2O^3 — Tp, Tl; Bl,J,R.V,Br.	t
Couzéranite	$(CaK^2Na^2)\ O,Al^2O^3,2SiO^2$. — Tl; Gr.V,N.	u
Covelline	CuS — Bl. foncé.	v
Crocoïse	PbO,CrO^3. — Tp, R.	x
Cronstedtite	Chloromélane. Hydrosilicate de Fe,Mg,Mn. — N.	y
Cryolithe	$Al^2Fl^6,6NaFl$ — Tp, Tl; I gris	z
Cuivre	Cu. — Br métallique.	a
	Cuivre gris = *Panabase.*	
	— gris arsenical = *Tennantite.*	
	— oxydulé = *Cuprite.*	
	— panaché = *Phillipsite.*	
	— pyriteux = *Chalcopyrite.*	
Cuprite	Cu^2O. — Tl; R foncé.	b
Datholite	$2CaO,2SiO^2,Bo^2O^3,H^2O$ — Tp, Tl; I, V.	c
Diallage	Pyroxène. $(Ca,Mg,Fe)\ O,SiO^2$ — Tl, gris Br.	d
Diallogite	MnO,CO^2 — Tl; Rose Br.	e

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	1,618	»	2	SS	III p
b	6,96	6—7	I	I	II $h^1b^1a^1$
c	3.96	3—3,5	3	I	III me^1p
d	5,35	1	1	I	I pa^1
e	4,9—5	5,5	1	S Gél	I ?
f	6,5	3,5	Fus.	S. Nitr	III mg^1p.
g	2.68—2,17	4—4,5	3b	S	VI ra^1
h	4,1—4,3	3,5—4	Fus C	S. Nitr	II a^1b^1
i	5,5—5,8	2,5—3	2b	S. Nitr	III mg^1p
j					
k					
l	6,4—6,5	5,5—6	Fus C	S Nitr	
m					
n	4,3—4,5	5,5	I	I	I a^1
o	2,17—2,20	4,5	3	S Gél	III g^1pa^1
p	8—8,2	2—2,5	Volat	I	VI ra^1
q	2,65—2,77	2—3	5	diff S	IV pmg^1
r	6—6,3	5,5	Fus C	S Nitr	Ip b^2
s	2,6—2,69	7—,75	5	presq I	IIIg^1mp
t	3,9—4,16	9	I	I	VI pd^1a^1
u	2,20—2.76	5,5—6	3	S	II
v	4,6	1,5—2	Fb, brûle	S Nitr	VI
x	5,9—6,1	2,5 - 3	Fus	S Nitr	IV mg^3d^2
y	2,35	2,5	4	S Nitr	VI. a^1
z	2,9—3,07	2,5	1	S Sulf	V pm$t$
a	8,94	2,5—3	2—3	S Nitr	I a^1
b	5,85—6,15	3,5—4	Fus	S Nitr	I a^1b^1
c	2,8—3	5—5,5	2	S	IV pmh^1
d	3,2—3,3	4	3—4	I	IV pmh^1
e	3,4—3,7	3,5—4	I	S	VI

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Diamant.....	C — Tp, I, Rosé, J...N.	a
Diaspore.....	Al^2O^3,H^2O — Tl ; Gris V,J, Rosé.	b
Diopside.....	Pyroxène. $(CaMg)O,SiO^2$ — Tp, Tl ; I,V,J.	c
Dioptase.....	$CuO,SiO^2.H^2O$ — Tp, V.	d
Dipyre.....	$(CaNa^2)O, 2(Al^2/^3)O,3SiO^2$ — Tp, Tl; I, J.V.	e
Disthène.....	Al^2O^3, SiO^2 — Tp, Tl ; T, Gris Bl.	f
Dolomie.....	$CaO,MgO.2CO^2$ — Tl; I, Gris, J, rosé.	g
Dufrénoysite ...	$2PbS,As^2S^3$, — Gris métallique	h
Emeraude.....	$Al^2O^3, 3GlO, 6SiO^2$ — Tp, Tl ; V, gris, Bl, J, Rosé	i
Emeri.....	Voyez *Corindon.*	j
Epidote.....	$6SiO^2,3Al^2O^3,4CaO.H^2O$. — Tp. Tl ; V Br.	k
Etain.....	Et. oxydé = *Cassitérite*; — sulfuré = *Stannine*	l
Euclase.....	$2GlO, Al^2O^3, 2SiO^2,H^2O$ — Tp, Tl; I, V, Bl	m
Fahlunite.....	Voyez *Cordiérite.*	n
Feldspaths.....	Voyez *Anorthite, Labrador, Andésine, Oligoclase, Albite, Orthose.*	o
Fer.....	Fe.— Gris métallique.	p
	Fer arsenical = *Mispickel:* — carbonaté = *Sidérose;* — hydroxydé = *Limonite* et *Gœthite* ; — magnétique ou oxydulé = *Magnétite, Aimant* ; — oligiste spéculaire = *Hématite rouge* ; — sulfuré = *Pyrite* et *Marcassite.*	
Fluorine.....	$CaFl^2$ — Tp, Tl ; I, Violet J, V, etc.	q
Franklinite.....	$(Fe, Zn, Mn) Fe^2O^4$ — N Submétal.	r
Freieslebénite...	$5 (Ag^2, Pb) S, 2Sb^2S^3$ — Gris d'acier.	s
Gadolinite.....	$3 (Y,La,Fe,Gl)O, SiO^2$ — Tl; N,V.	t
Galène.....	PbS — Noir Bleuâtre métallique.	u
Gay-Lussite.....	$Na^2O.CO^2,CaO,CO^2, 5H^2O$ — Tp Tl ; I.	v
Giobertite.....	$MgO.CO^2$. — Tl ; I, J, Br.	x
Glasérite.....	K^2O,SO^3 — Tp, Tl; I.	y
Glaubérite	$Na^2O.SO^3$, $CaO\ SO^3$ — Tp, Tl, I, R.	z
Glaucodot.....	$(Co,Fe)S^2,(Co,Fe)\ As^2$ — Blanc d'étain.	a
Gœthite.....	Fe^2O^3,H^2O — Br, Sub Tl R.	b
Graphite.....	C — Noir métallique.	c
Greenockite	CdS — Tl; J.	d
Grenats.....	Voyez *Grossulaire, Almandin, Spessartine, Melanite, Ouwarovite.*	e
Grossulaire.....	$Ca^3Al^2Si^3O^{12}$ — Tl ; I,J, V,Br.	f
Gypse.....	$CaO,SO^3,2H^2O$ — Tp, Tl; I,J, Br.	g

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,5—3,55	10	I	I	I a^1 etc.
b	3,3—3,5	6,5—7	I	I	III mg^1
c	3,3	5—6	3—4	I	IV h^1g^1pm
d	3,27—3,35	5	I	S Gél	VI r
e	2,646	5—5,5	3—6	S part	II mh^1b^1
f	3,58—3,68	5 et 6	I	I	V pmt
g	2,8—2,9	3,5—4	I	S	VI r
h	5,57	3	Fus C	S Nitr	III pma^1
i	2,67—2,75	7,5—8	5,5	I	VI mp
j					
k	3,25—3,5	6—7	3,5	I	IV ph^1
l					
m	3,4	7,5	5,5	I	IV $m\,h^1g^1$
n					
o					
p	7,3—78	4,5	—	S	I a^1
q	3,48	4	3	S	I $p\,a^1$
r	5,6—5,9	5,5—6,5	I	S	I a^1
s	6—6,4	2—2,5	Fus C	S Nitr	IV pm
t	4,2—4,35	6,5—7	I	S Gél	IV pm
u	7,4—7,6	2,5—2,75	Fus C	S Nitr	I pa^1b^1
v	4,99	2—3	3	S	IV pm
x	3,4	4,5	I	S	VI pr
y	4,73	3—3,5	2	SS	III g^1pm
z	2,64—2,85	2,5—3	4,5	S	IV b^1p
a	6	5	Fus C	S Nitr	III pm
b	4,4	5—5,5	I	S	III mg^1
c	2,4—2,2	4—2	I	I	VI a^1
d	4,8—4,9	3—3,5	I	S	VI pm
e					
f	3,4—3,7	6,5—7	3	S en partie	I b^1
g	2,33	4,5—2	2,5—3	S	IV g^1mn^1p

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Harmotome.....	$BaO,Al^2O^3,6SiO^2 + 6H^2O$ — Tl, I, gr, I, R.	a
Hausmannite ...	Mn^3O^4 — N Brunâtre semi-métallique.	b
Hauyne	Lapis Lazuli. Silico-sulfate d'Al, Ca, Na — Bl.	c
Hayésine.....	$CaO,(B^2O^3)^2,4H^2O$ — Tp, Tl, I.	d
Hédenbergite ..	$(CaFe)O,SiO^2$ — Sub-Tl, V,N.	e
Hématite rouge.	Fe^2O^3 — N R métallique ou compacte.	f
Hématite brune.	Voyez *Limonite*.	g
Heulandite	$CaO, Al^2O^3, 6SiO^2,5H^2O$ — Tp, Tl; I,R.	h
Humite.....	Chondrodite. $6MgO, 3SiO^2MgFl^2$. — Tp; I,J,R.	i
Hyalosidérite ...	Péridot Brun à surface irisée.	j
Idocrase	$3SiO^2,2(Al^2,Ca^3)O^3$ — Tp, V, Br, Bl.	k
Ilménite	Fe Titané $(FeTi)O^3$ — N semi-métallique.	l
Iodargyre	AgI — Tl. J, V.	m
Isérine.....	$(FeTi)^3O^4$ — N.	n
Jade.....	Variétés compactes de *Trémolite*, de *Zoïsite*, de *Labrador* et de *Jadéite*.	o
Jadéite.....	$3(Na^2, Ca, Mg)O,2Al^2O^3,9SiO^2$ — Tl; I,V.	p
Jamesonite.....	$Pb^2Sb^2S^3$ — Gris de fer.	q
Kaolin..... .	Argile blanc-jaunâtre.	r
Karsténite.....	Syn. *Anhydrite*.	
Kermèsite.....	Sb^2OS^2 — R.	s
Klaprothine	Lazulite $(Mg,Ca\ Fe)O,Al^2O^3.P^2O^5H^2O$ — Bl.	t
Labrador.....	Feldspath, $CaOAl^2O^3,3SiO^2$ — Tl, I, Bl, V.	u
Laumonite	$CaO,Al^2O^3,4SiO^2,4H^2O$ — Tl ; I Rosé.	v
Lazulite.....	Voyez *Klaprothine*.	x
Lépidolithe	Fluo-Silicate de Al^2,K,Li — Tl rosé.	y
Lépidomélane...	$2(Fe,Mg,K^2Al^2).SiO^2$ — Tl ; N Verdâtre.	z
Leucite	Syn. *Amphigène*.	
Leucophane .. .	$5(Ca,Gl)O, 5SiO^2,2\ Na\ Fl$ — Tl; Br,J,V,Tl.	a
Lévyne.....	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 5H^2O$, — Tp. I.	b
Libéthénite.....	$5CaO, P^2O^5, H^2O$. Tl. V sombre.	c
Leucopyrite. ...	$FeAs^2$ — Blanc d'argent.	d
Liévrite	Hvaïte. Silicate de Fe et Ca — N.	e
Limonite.....	Hématite Br. $2\ Fe^2O^3, 3H^2O$ — Br, J.	f
Linnéite.	Coboldine $(Co.Ni)^3S^4$ — Gr métal. rougeâtre.	g
Lunnite.....	$5\ CuO,P^2O^5, 2\ H^2O$ — Sub-Tl ; V.	h
Magnésite	Écume de mer. $2MgO. 3SiO^2$, 2 à 4 H^2O — Op ; I.	i
Magnétite	Syn. *Aimant*.	
Malachite	$2CuO, CO^2,H^2O$ — Sub-Tl ; V.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,44—2,49	4,5	3,5	S	III *pm*
b	4,7	5—5,5	I	S	II a^1b^1p
c	2,2—2,8	5,5—6	4,5	S	I a^1b^1
d	1,65	1	1	S gél	—
e	3,5	5,5	2,5	I	IV mh^1g^1
f	5,3	5,5—6,5	6 ou I	S	VI ra^1
g					IV mg^1
h	2,2	3,5—4	2,5 se gonf.	S	IV m*p* etc.
i	3,12—3,24	6—6,5	I	S gél	
j					
k	3,35—3,45	6,5	3b	Dif S	II mg^1a^1
l	4,5—5	5—6	6 ou I	Dif S	VI r
m	5,7	flex.	Fus C	S Nitr	VI pb^1
n	5,10	6—6,5	6 ou I	Dif S	Ia^1
o					
p	3,32—3,35	6,5—7	3	I	O
q	5,5—5,7	2—3	Volat	S	III mg^1p
r	2,21—2,26	Friable	I	S Suf. ch.	O
s	4,5—4,6	1—1,5	1—2	S	IV h^1p
t	3,12	5—6	I	I	IV a^2d^1m
u	2,67—2,76	5—6	3	dif S	V *p*mt
v	2,25—2,36	3,5	3b	S Gél	IVg^1mp
x					
y	2,84—3	2,5—4	2—2,5	S Inc.	III *p*
z	3	2,5—3	4	dif S	III *p*
a	2,97	3,5—4	3	S	III *p*
b	2,1—2,2	4	4	S Gél	VI ra^1e^1
c	3,6—3,8	4	2	S Nitr	III a^1p
d	8,6—8,7	5—5,5	Fus C	S Nitr	III m*p*
e	3,9—4,1	5,5—6	2,5	S Gél	III mg^3p
f	3,6—4	5—5,5	I	S	O
g	4,8—5	5,5	Fus C	S Nitr	I
h	4—4,4	4,5—5		S Nitr	III mg^1
i	»	2—2,5	5	S	O
j	3,9—4	3,5—4	Fus C	S	IV pg^1m

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Manganèse.....	Voyez *Pyrolusite.*	a
Marbre.....	Voyez *Calcite.*	b
Marcassite.....	Pyrite blanche — FeS^2.	c
Méionite	$2[Ca, Mg, K^2, Al^{\frac{2}{3}}]O.SiO^2$ — Tp. Op; I.	d
Mellite	$C^6(CO^2)^6Al^2 + 18H^2O$ — Tp,Tl; J,R.	e
Mendipite	$Pb^5O^2Cl^2$ — Tl ; I, J Rosé.	f
Mésotype.	$3SiO^2,Al^2O^3,Na^2O,2H^2O$ Tp,Tl ; I, J, R.	g
Miargyrite.....	$AgSbS^2$ — Gris d'acier — Sub-T; R.	h
Micas.....	Voyez *Biotite, Lépidomélane, Muscovite, Lépidolithe.*	i
Mimetèse.... ..	$Pb^3As^3ClO^{12}$. — Tl ; J orangé, Br.	j
Mispickel.....	FeAsS — Blanc d'argent.	k
Molybdénite....	MoS^2 — Gr de plomb bleuâtre éclatant	l
Muscovite	Mica vulg. $2(K^2Al^{\frac{2}{3}})O,SiO^2,4H^2O,mFl$ — Tp; I,Br,V.	m
Natron.....	$Na^2O, CO^2,10H^2O$.	n
Néphéline.....	$4Na^2O, 4Al^2O^3,9SiO^2$ — Tl ; I grisâtre.	o
Nickéline.....	Kupfernickel. NiAs — R de cuivre.	p
Obsidienne	Silico-aluminate de Fe,K,Na — Tl; N, Br,V.	q
Ocre.....	Ocre J = *Limonite.* Ocre R = *Hématite.*	
Oligiste.....	Syn. *Hématite* (Rouge).	
Oligoclase.....	$Na^2O,Al^2O^3.5SiO^2$ — Tl ; I, V.	r
Olivénite.....	$AsO^4Cu(CuOH)$ — SubTl. V.	s
Olivine.....	Voyez *Péridot.*	t
Onyx	Agate ou marbre rubanés.	u
Opale.....	$SiO^2 + 3$ à $10\ ^0/_0\ H^2O$. Tp,Tl ; I, J, etc.	v
Or.....	Au + quant. variables Ag, Cu, Fe, Pd — J Mét.	x
Orpiment.....	As^2S^3 — Tl ; J d'or.	y
Orthose.	$K^2O,Al^2O^3,6SiO^2$. Tl; I Rosé etc.	z
Outremer	Lapis-Lazuli. Voyez *Haüyne.*	a
Ouvarowite.....	Grenat chromico-calcique — Tp; V.	b
Ozocérite.....	Paraffines lourdes, fus. de 40 à 90°.	c
Panabase..... .	Tétraédrite, Cuivre gris. $4Cu^2S,Sb^2S^3$ — Gr mét	d
Paranthine	$(Ca,Na^2,Mg)\ O,2Al^2/_3O,2SiO^2$ — Tl; Gr. V.	e
Pechblende	Syn. *Uranite.*	
Pennine.....	Al^2O^3, $7MgO$, $4SiO^2$, $5H^2O$ — Tp, Tl; V, Br, R.	f
Péridot	$2MgO, SiO^2$ — Tp. Tl. — V, J, Noirâtre Bronzé I.	g
Pérowskite.....	CaO,TiO^2 — Tp, Op; Br, J.	h
Pharmacolithe..	$As^2O^5,2CaO.H^2O + 5H^2O$. — Tl; I Rosé.	i
Pharmacosidérit.	$2As^2O^5$, $3Fe^2O^3$, $12H^2O$. — Tl; V, Br.	j

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b					
c	4,6—4,8	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	III me^1
d	2,74	5—6	3 b	S, SiO^2 Floc	II mh^1b^1
e	1,55—1,65	2—2,5	1	S Nitr	II a^1
f	7—7,1	2,5—3	Fus C	S Nitr	III mh^1g^1
g	2,17—2,25	5—5.5	1	S Gél	III mh^1b^1
h	5,—5,4	2—2.5	Fus C	S Nitr	IV ma^1p
i	2,78—3	2,5—3	2—5,5	peu S ou I	IIIpm (m = 120 env.)
j	7,18—7,28	3,5—4	Fus C	S Nitr	VI pb^1m
k	6—6,4	5,5—6	Fus C	S Nitr	III me_1
l	4,4—4,8	1—1,5	I	Dif S Nitr	III, IV ou VI? ou $p\ a^1$
m	2,75—3,1	2,5—3	5,5—6	I	III p
n	1,423	1—1,5	1	SS	IV $p\ mg^1$
o	2,56—2,64	5,5	3,5	S Gél	VI pm
p	7,33—7,67	5—5.5	Fus C	S Nitr	VI pmb^1
q	2,2—2,5	6—7	3	I	O
r	2,63—2,73	6	3,5	presq I	V pg^1m
s	4,1—4,4	3	2	S Nitr	III p^1mg^1
t					
u					
v	1,9—2,3	3,5—6,5	I	I	O
x	15,6—19,5	2,5—3	Fus	I	I pa^1b^1
y	3,48	1.5—2	Fus. Vol.	I	IV mp^1g^1
z	2,44—2,69	6—6,5	5	I	IV pg^1m
a					
b	3,4—3,5	7,5—8	I	I	I b^1a^2
c	0,9—0,95	1	FF ; brûle	I	O
d	4,5—5,11	3—4,5	2—3	S Nitr	I $a^1, a^1/_2$ etc.
e	2,7—2,85	5,5	3	S	II mh^1b^1
f	2,66	2—3	5	S dif	VI pa^1
g	3,1—3,5	6—7	1	S Gél	III g^1pma^1
h	4,04	5,5	I	S Sulf	VI r
i	2,64—2,74	2—2,5	Fus	S	IV pmg^1
j	2,9—3	2,5	Fus C	S	

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Phénacite.....	$2GlO, SiO^2$ — Tp. Tl, I, J, Br R.	a
Phillipsite.....	Bornite, Cu panaché $(Cu^2Fe)S$—R bronz. Bl superf.	b
Phillipsite.....	Voyez *Christianite*.	c
Pholérite.....	$2Al^2O^3, 3SiO^2, 4H^2O$. SubTp; I, J, V.	d
Phosgénite.....	$CO^3(PbCl)^2$ — Tp; O, J.	e
Pickéringite....	$MgO, Al^2O^3, 4SO^3 + 22H^2I$ — Tl; I.	f
Pinite.....	Silicate d'Al, avec Fe, K, H^2O — Tl; GrBr.	g
Plomb.....	Plomb antimonio-sulfuré = *Bournonite, Boulangérite, Jamesonite.*	h
	— arseniaté = *Mimetèse.*	
	— carbonaté = *Cérusite.*	
	— sulfaté = *Anglésite.*	
	— sulfuré = *Galène.*	
	— chromaté = *Crocoïse.*	
Plombagine....	Syn. *Graphite.*	
Polyhalite.....	$(Ca, Mg, K^2)O, SO^3 + 1/2H^2O$ — Tl; R, J.	i
Prehnite.....	$3SiO^2, Al^2O^3, 2CaO, H^2O$ — Tl; V pâle	j
Proustite.....	Argent rouge arsenical. Ag^3AsS^3 — Tp, Tl; R.	k
Psaturose.....	Ag^5SbS^4 — Gris de fer.	l
Psilomélane....	$BaMnO^3$ + divers oxydes de Mn - GrN.	m
Pyrite.....	FeS^2 — Jaune d'or.	n
	Pyrite magnétique = *Pyrrhotine.*	
	— arsenicale = *Mispickel.*	
	— de cuivre = *Chalcopyrite.*	
Pyrolusite.....	MnO^2 — Op; N Submétallique.	o
Pyromorphite..	$P^3Pb^5O^{12}Cl$ — Tl; V Br.	p
Pyroxènes.....	Voyez *Diopside, Augite, Diallage, Hédenbergite*	q
Pyrrhotine....	Pyrite magnétique. Fe^7S^8. J laiton.	r
Quartz.....	SiO^2 — Tp; I, J, Violet, Fumé.	s
Réalgar.....	AsS — Tp, Tl; R orangé.	t
Rhodonite.....	MnO, SiO^2 — Tl; Rose Fleur de Pêcher.	u
Ripidolithe.....	$9(Mg, Fe)O, 2Al^2O^3, 5SiO^2, 7H^2O$ — Tl, V Br.	v
Rubis.....	Voyez *Spinelle.*	x
Rubis oriental..	Voyez *Corindon*	y
Rutile.....	TiO^2 — SubTl; Br N Submétall.	z
Sanidine.....	Orthose vitreux des volcans.	a
Saphir.....	Voyez *Corindon.*	b
Sassoline.....	$Bo^2O^3, 3^2HO$ — Tl; I.	c
Scapolite.....	Voyez *Wernérite.*	d

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,96—3	7,5—8	I	I	VI rd^1e^2
b	4,4—5,5	3	Fus C	S Nitr	I pa^1
c					
d	2,34—2,57	1—2,5		I	III
e	6—6,31	2,75—3	3	S Nitr	IIpmh^1
f	»	I	Fus	SS	IV ?
g	2,7—2,9	2—3	4—5	S dif.	—
h					
i	2,77	2,5—3	3	SS part	III ou IV
j	2,8—2,95	6—6,5	2	dif S	III *pm*
k	5,42—5,56	2—2,5	Fus C	S Nitr	VI r
l	6,27	2—2,5	Fus	S Nitr	III pmg^1
m	3,7—4,7	5—6	I	S	O
n	4,83—5,2	6—6,5	3 Brûle	S Nitr	I pb^2
o	4,82	2—5,5	I	S	III mpg^1
p	6,5—7,1	3,5—4	2 Crist	S Nitr	VI pmb^1
q					
r	4,4—4,7	3,5—4,5	Fus Brûle	S	VI pb^1m
s	2,64—2,66	7	I	I	VI $re^1/_2e^2$
t	2,4	1,5—2	F. Volat	S Alcal	IV pm
u	3,4 3,68	5,5—6,5	2,5	dif S	Vph^1mt
v	2,78—2,96	1—2	5	S	IV? *p*
x					
y					
z	4,18—4,25	6—6,5	I	I	II $ma^1h^1h^2$
a					
b					
c	1,48	1	2	SS	V *pmt*
d					

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Schéelite.....	CaO,WO^3 — Tp, Tl; I, J.R, Br.	a
Schéelitine.....	PbO,WO^3 — Tl; J, Br.	b
Scléroclase.....	PbS, As^2S^3 — Gris de plomb foncé métallique.	c
Scolésite.....	$CaO, Al^2O^3, 3SiO^2, 3H^2O$ — Tp, Tl : I.	d
Scorodite.....	$Fe^2O^3, As^2O^5, 4H^2O$ — Tp, Tl; V, Bl, Br.	e
Sel gemme....	$NaCl$ — Tp; I, Gr, R.	f
Sénarmontite...	Sb^2O^3 — Tl; I.	g
Sidérose	FeO,CO^2 — Tl, Op; I, grisâtre R.	h
Smaltine.....	$CoAs^2$ — Blanc d'Etain.	i
Smithsonite	Calamine. ZnO,CO^2 — Tp, Tl, Gr, J, V, Br.	j
Sodalithe.....	$12SiO^2, 3Na^2O, 3Al^2O^3, 2\,NaCl$ — Tp, Tl; I, V, Rosé	k
Soufre.....	S — Tp, Tl; J.	l
Spath d'Islande..	Syn. *Calcite*	
Spath Fluor	Syn. *Fluorite.*	
Sphène	CaO,SiO^2,TiO^2 — Tp. Tl; I, J, Br	m
Spinelle.....	MgO,Al^2O^3 — Tp; R Rose.	n
Spodumène	Voyez *Triphane.*	o
Stannine.....	$2(Cu^2,Fe,Zn)S, SnS^2$ — Gris d'acier jaunâtre	p
Staurotide	$4(FeMg)O, 8Al^2O^3.7SiO^2$	q
Stéatite... ...	Voyez *Talc.*	r
Stibine	Sb^2S^3 — Gris de plomb métallique.	s
Stilbite.....	$CaO\ Al^2O^3, 6SiO^2, 6H^2O$ — Tp, Tl; I, J, R	t
Stromeyérine ...	Ag^2S,Cu^2S — Gris d'acier foncé.	u
Strontianite	SrO, CO^2 — Tp, Tl ; I, J.	v
Strontiane sulfatée	Syn. *Célestine.*	
Succin.....	$C^{10}H^{16}O$ et ac succinique. — Tp ; J.	x
Sylvane.....	Tellurure d'Au et Ag — Gris d'acier J.	y
Sylvine	KCl — Tp, I.	z
Tachydrite	$CaCl^2, 2MgCl^2, 12H^2O$ — Tp, Tl; I, J.	a
Talc.....	$3MgO, 4SiO^2, H^2O$ — Tl Nacré.	b
Tantalite.....	$FeO.Ta^2O^5$ — N de fer submét.	c
Tellure.....	Tellure avec Au et Fe — Gris de fer.	d
Tennantite	$4Cu^2S,As^2S^3$ — Gris de fer.	e
Tétradymite ...	$BiTe^x$ — Gris d'acier.	f
Tétraédrite.....	Syn. *Panabase.*	
Thomsonite.....	$(CaNa^2)O, Al^2O^3, 2SiO^2, 5/2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rosé.	g
Tiémannite	$HgSe$ — Gris d'acier.	h
Titanite.....	Syn. *Sphène.*	

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	5,9—6,07	4,5—5	5	S	II b^1a^2
b	7,87—8,1	2,75—3	2	S Nitr	II b^1a^2
c	5,39	3	2	S Nitr	III $p\ h^1/_2\ g^1$
d	2,2—2,3	5—5,5	2—2,5	S Gél	IV $mg^1b^1/_2$
e	3,1—3,3	3,5—4	2—3	S	III $h^1g^1b^1/_2$
f	2,25	2		SS	I pa^1
g	5,22—5,30	3	Fus Vol	S	I a^1
h	3,83—3,88	3,5—4,5	4,5	S	VI r
i	6,3—7,2	5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1
j	4,4—4,5	5	I	S	VI ra^1
k	2,27—2,29	5,5—6	3,5	S	I pa^1b^1
l	2,072	1,5—2,5	F 111°, brûl.	I	III b^1p
m	3,4—3,56	5—5,5	3	S Sulf	IV $pe^1/_3m$, etc.
n	3,52—3,57	8	I	I	I a^1
o					
p	4,3—4,6	4	Fus C	S Nitr	I,II? pb^1
q	3,4—3,8	7—7,5	I	I	III mg^1p
r					
s	4,62	2	1	S	III mp^1g^1
t	2,1—2,2	3,5—4	2—2,5	S	III g^1mb^1
u	6,2—6,3	2,5—3	F	S Nitr	III pg^1b^1
v	3,6—3,7	3,5—4	5	S	III mpg^1, etc.
x	1,06 1,11	2—2,5	F 287° brûle	I	O
y	7,5—8,3	1,5—2	Fus C		III mpa^1
z	1,9—2	2	2	SS	I pa^1
a	»	»	1	SS	O
b	2,5—2,8	1—1,5	5	I	?
c	7—8	6—6,5	I	I	III pg^1m
d	6,1—6,3	2—2,5	F Brûle	S Nitr	VI re^2a^1
e	4,3—4,53	4	Fus C. b	S Nitr	Ib^1a^1
f	7,4—8,2	1,5—2	Fus C	S Nitr	VI ra^1
g	2,3—2,4	5—5,5	2b	S Gél	III mpg^1
h	7,1—7,37	2,5	Vol	»	?

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Topaze	$SiO^4(Al^2Fl^2)$ — Tp; J, Br, I, R.	a
Torbernite	$2PO^4(U^2O^2)^2Cu + 8H^2O$ — Tp, Tl; V.	b
Tourmaline	Silicoborate d'Al avec Fe, Mg, Mn — NBrR.Tp.Tl.	c
Trémolite	Syn. *Amphibole blanche.*	
Triphane	$3(Li^2.Na^2.Ca)O, 4Al^2O^3, 15SiO^2$ — Tl; Gr, V.	d
Triphyline	(Mn, Fe) $LiPO^4$ — SubTl, Gr, V, Br.	e
Triplite	(Mn, Fe) (MnFl) PO^4 — SubTl; Gr, V, Br	f
Tripoli	Silice hydratée (terre d'infusoires).	g
Turquoise	$2Al^2O^3, P^2O^5 + 5H^2O$. — Op; Bl, BlV.	h
Ulexite	Voyez *Hayésine.*	i
Ulmannite	NiSSb — Gris d'acier.	j
Uranite	U^3O^4 — N, Gris métallique.	k
Urao	Trona $(Na^2O)^2(CO^2)^3$ ou $4H^2O$ — Tl; I.	l
Valentinite	Exitèle. Sb^2O^3 — Tp; I, J.	m
Vauquelinite	$3(Pb.Cu)O, Cr^2O^3$ — SubTl; V, Br.	n
Vivianite	$2P^2O^5, 3FeO, 8H^2O$ — Tl; indigo.	o
Volborthite	Vanadate de Cu, Ca, H^2O. — V.	p
Wad	Oxydes de Mn avec Co et Cu. — N, Br.	q
Wagnérite	PO^4 Mg(MgFl) — Tl. J.	r
Wavellite	Hydrofluophosphate d'Al — Tl, I, V, J.	s
Webstérite	$Al^2O^3, SO^3, 9H^2O$ — Op, I.	t
Wernérite	V. *Méionite, Paranthine, Dipyre, Couzéranite.*	u
Willémite	$2ZnO, SiO^2$ — Tp, Op; J, V, I, Gr.	v
Wilhérite	BaO, CO^2. Tp. Tl; I, J.	x
Wolfram	$(Fe, Mn)O, WO^3$ — Gris de Fer N.	y
Wolfsbergite	$CuSb^2S^4$ — Gris de Plomb N	z
Wollastonite	CaO, SiO^2 — Tl; I, Gr, J.	a
Wulfénite	PbO, MoO^3 — Tp, Tl; J Orangé.	b
Yttrotantalite	Tantalate d'Y, Ca, Fe, UO — N.	c
Zéolithes	Voyez *Mésotype, Scolésite, Analcime, Chabasie, Phillipsite, Harmotome, Stilbite, Heulandite.*	d
Ziguéline	Syn. *Cuprite.*	
Zinc carbonaté	Syn. *Smithsonite.*	
	Zinc silicaté = *Calamine.*	
Zincite	ZnO — SubTl; R.	e
Zinckénite	PbS, Sb^2S^3 — Gris d'acier.	f
Zircon	$ZrO^2.SiO^2$. Tp, Tl, Op; R, Br, J, I.	g
Zoïsite	Composition de l'épidote — Tl; I, V, Gr, J.	h
Zorgite	(Pb, Cu, Cu^2) Se — Gris de plomb rougeâtre.	i

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,4—3,65	8	I	I	III mg^3b^2p
b	3,4—3,6	2—2,5	2,5	S Nitr	II pb^3b^1
c	2,94—3,3	7—75	3—6	I	VI $rb^1d^1e^2$
d	3,13—3,19	6,5—7	3.5	I	IV mh^1g^1
e	3,5—3,6	5	1.5	S	III mpg^1
f	3,44—3,8	5—5,5	1,5	S	III ?
g	2,6—2,83	6	I	S	
h					
i					
j	6,3—6,5	5—5,5	Fus C	S Nitr	I pa^1
k	6,4—8	5 5	6 à I	S Nitr	I pa^1b^1
l	2,11	2,5—3	1	SS	IV pma^1
m	5,56	2,5—3	F Vol	S	III g^1me^1
n	5,5—5,78	2,5—3	Fus C	S Nitr	IV
o	2,6—6,68	1,5—2	1,5	S	IV pmg^1
p	3,55	3—3,5	Fus C	S Nitr	?
q	3—4,26	1—6	«	S	—
r	2,98—3,0	5—5,5	4	S	IV. mph^1
s	2,33	3,5	I	S	III ma^2g^1
t	1,66	1—2	I	S	O
u					
v	3,89—4,18	5,5	5	S Gél	VI re^2a^1
x	4,29—4,35	3—3,75	2	S	III $b^1/_2e^1/_2$ m
y	7,1—7,55	5—5,5	2,5—3	très peu S	IV $mp^1e^2h^1$
z	4,75—5	3—4	Fus C	S Nitr	III mg^1
a	2,8—2,9	4,5—5	4	S Gél	IV mph^1
b	6,3—6,9	3	1,5—2	S part	II pb^1mh^2
c	5,4—5,9	5—5,5	I	I	III mpg^1
d					
e	5,43—5,53	4—4,5	I	S Nitr	VI $pmb^1/_2$
f	5,3—5,35	3—3,5	2	S	III ma^1
g	4,05—4,75	7,5	I	I	II $mph^1b^1/_2$
h	3,11—3,38	6—6,5	Fb	I	III $mh^1h^3g^1$
i	7,—7,5	2,5	Part. Fus C	S Nitr	?

Propriétés principales des corps organiques.

(153) *Alcools et dérivés de la série grasse.*

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
				0	0	
Série méthylique.						
Acétate de méthyle	$CH^3.C^2H^3O^2$	74	0,9562	liq.	56	ts.
— de méthylène	$CH^2(C^2H^3O^2)^2$	132		liq.	170?	
Acide cyanhydrique	$CAzH$	27	0,706/7°	— 14	26,1	∞
— formique	CH^2O^2	46	1,2227/0°	8.5	105,3	∞
Alcool méthylique	CH^4O	32	0,798/15°	liq.	66,3	∞
Benzoate de méthyle	$CH^3.C^7H^5O^2$	136	1,1026	liq.	199,7	i.
Bromoforme	$CHBr^3$	253	2,9/12°	liq.	152	i.
Bromure (tétra) de carbone	CBr^4	332	3,42	91	189 déc.	i.
— de méthyle	CH^3Br	95	1,732/0°	liq.	13	ps.
Butyrate de méthyle	$CH^3.C^4H^7O^2$	102	1,029	liq.	102	i.
Chloroforme	$CHCl^3$	120	1,52640/0°	— 70	61,2	i.
Chloropicrine	$CCl^3(AzO^2)$	165	1.6	liq.	112	i.
Chlorure (tétra) de carbone	CCl^4	154	1,6298/0°	liq.	78,1	i.
— de méthyle	CH^3Cl	40,5	0.991	— 23°,7	— 23,7	ps.
— de méthylène	CH^2Cl^2	85	1,36/0°	liq.	41,6	i.
Cyanurate de méthyle	$(AzC.OCH^3)^3$	171		132		bs.
— (iso) —	$(CO\ Az.CH^3)^3$	171		175	295	
Cyanure de méthyle (acétonitrile).	$CH^3.CAz$	41	0,819/16	— 41	82	s.
Isocyan. — (carbylamine)	$CH^3.AzC$	41	0,756/14°	— 45	59,6	10
Formiamide	$CHO.AzH^2$	45		liq.	192	s. déc.
Formiate de méthyle	$CH^3.CO^2H$	60	0,993/0°	liq.	33,4	ps.
Iodoforme	CHI^3	394	2 env.	119	vol.	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion	P. d'ebull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure de méthyle	CH^3I	142	2,1992/0°	liq.	43°,8	1,75
Méthylal	$CH^2(OCH^3)^2$	76	0,885/18°	liq.	42	33
Méthylamine (mono)	$CH^3.AzH^2$	31			0	100 v.
— (di)	$(CH^3)^2AzH$	45		liq.	8	s.
— (tri)	$(CH^3)^3Az$	59		liq.	9,3	i.
Méthylphosphine (mono)	$CH^3.PH^2$	48			— 14	ts.
— (di)	$(CH^3)^2PH$	62	< 1	liq.	25	i.
— (tri)	$(CH^3)^3P$	76	> 1	liq.	40	i.
Nitrate de méthyle	$CH^3.AzO^3$	77	1,182/22°	liq.	66	ps.
Nitrite —	$CH^3.AzO^2$	61			— 12	
Oxalate —	$(CH^3)^2C^2O^4$	118	1,1566	51	163,5	ps. déc.
Salicylate —	$CH^3.C^7H^5O^3$	152	1,197/0°	liq.	224	ps.
Sulfocyanate de méthyle	$AzC.SCH^3$	73	1,088/0°	liq.	133	
— (iso) —	$SC.AzCH^3$	73		34	119	
Sulfure de méthyle	$(CH^3)^2S$	62	0,845/21°	liq.	41	i.
Urée (carbamide)	$CO(AzH^2)^2$	60	1,328	132	déc.	100
Série éthylique.						
Acétate d'éthyle	$C^2H^5.C^2H^3O^2$	88	0,907/15	liq.	77,1	9
Acétal	$CH^3.CH(OC^2H^5)^2$	118	0,831/20°	liq.	104	6
Acétamide	$CH^3.CO.AzH^2$	59	1,159	78	222	ts.
Acétine (di) éthylidénique	$CH^3.CH(C^2H^3O^2)^2$	146	1,07/0°	liq.	168,8	déc.
— (mono) du glycol	$CH^2.OH.CH^2.C^2H^3O^2$	107	> 1	liq.	182	s.
— (di) —	$(CH^2.C^2H^3O^2)^2$	146	1,128	liq.	186	ps.
Acétochlorhydr. éthylidénique	$CH^3.CHCl(C^2H^3O^2)$	123		liq.	120	déc.
— glycol	$CH^2Cl.CH^2(C^2H^3O^2)$	123	1,178	liq.	145	i.
Acide acétique	$CH^3.CO^2H$	60	1,08010	16	117,3	∞
— chloracétique	$CH^2Cl.CO^2H$	95	1,395/73°	62	186	ts.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Acide dichloracétique	$CHCl^2.CO^2H$	129	1,521/15°	120	189	ts.
— glycolique.....	$CH^2OH.CO^2H$	76		80	déc.	∞
— glyoxylique.....	$COH.CO^2H$, aq.	92		sirup.		ts.
— oxalique.....	$(CO^2H)^2$, 2 aq.	126	1,63/0°	100	déc.part.	§ 170
— sulfocyanacétique (iso)..	$CS.Az.CH^2.CO^2H$	117		< 100	subl.	bs.
— trichloracétique.....	$CCl^3.CO^2H$	164	1,62/46°	52,3	197	ts.
Alcool éthylique	$CH^3.CH^2OH$	46	0,8026/0°	— 130	78,05	∞
Alcoolate de chloral	$CCl^3.CH.OH.OC^2H^5$	194	1,1434/0°	56	116	s.
Aldéhyde.....	$CH^3.CHO$	44	0,806/0°	liq.	20,8	∞
Aldéhydate d'ammoniaque.....	$CH^3.CH.OH.AzH^2$	61		75	100	ts.
Anhydride acétique	$(CH^3.CO)^2O$	102	1,073/20°	liq.	137.5	déc.
Arséniate d'éthyle.....	$AsO^4(C^2H^5)^3$	226		liq.	237	déc.
Arsénite —	$AsO^3(C^2A^5)^3$	210		liq.	165	déc.
Benzoate d'éthyle	$C^7H^5O^2.C^2H^5$	150	1,050/16°	liq.	213,4	i : bps.
Borate —	$BO^3(C^2H^5)^3$	146	0,887/0°	liq.	120	déc.
Bromal.....	$CBr^3.COH$	281		— 20	172	i.
Bromure d'éthyle..	$CH^3.CH^2Br$	109	1,460/20°	liq.	38,8	tps.
— d'éthylène....	$CH^2Br.CH^2Br.$	188	2,183/20°	9,5	131,4	i.
— d'éthylidène.....	$CH^3.CHBr^2$	188			114	i.
Butyrate d'éthyle	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,891/20°	liq.	121	i.
— (iso) —	$C^4H^7O^2.C^2H^5$	116	0,871/18°	liq.	110,1	i.
Caprate d'éthyle.....	$C^{10}H^{19}O^2.C^2H^5$	200	0,862	liq.	243	i.
Capro'ate —	$C^6H^{11}O^2.C^2H^5$	144	0,882	liq.	162	i.
Caprylate —	$C^8H^{15}O^2.C^2H^5$	172	0,8738/15°	liq.	214	i.
Carbonate —	$CO^3(C^2H^5)^2$	112	0,976/20°	liq.	126,4	i.
Chloral.....	$CCl^3.COH$	148	1,512/20°	— 75	99.1	s.
— hydraté	$CCl^3.CH(OH)^2$	166	1,833	57	98 déc.	s.
Chloracétate d'éthyle.....	$CH^2Cl.CO^2.C^2H^5$	123	1,586/20°		145	

Corps.	Formules.	P. molé.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau
Chloréthylate d'éthylidène....	$CH^3.CH.Cl.(OC^2H^5)$	109		liq.	97	i.
Chlorhydrine du glycol.....	$CH^2OH.CH^2Cl$	81		liq.	128	∞
Chlorocarbonate d'éthyle.....	$CO.Cl.(OC^2H^5)$	109	1,139/15°	liq.	94	déc.
Chlorure d'acétyle.....	$CH^3.COCl$	79	1,105/20°	liq.	50,9	déc.
Chlorure d'acétyle chloré.. ...	$CH^2Cl.COCl$	113		liq.	106	déc.
— — bromé.....	$CH^2Br.COCl$	158		liq.	127	déc.
— — trichloré....	$CCl^3.COCl$	183	1,608/18°	liq.	118	déc.
— d'éthyle.....	$CH^3.CH^2Cl$	645	0,925/0°	liq.	12,5	2
— d'éthylène.....	$CH^2Cl.CH^2Cl$	99	1,252/20°	liq.	84,7	i.
— d'éthylidène	$CH^3.CHCl^2$	99	1,174/20°	liq.	57,5	i.
— d'éthyle bichloré....	$CH^3.CCl^3$	134	1,372/16°	liq	75	i.
— — perchloré...	$CCl^3.CCl^3$	237	2 ?	187	182?	i.
Cyanate d'éthyle.....	$AzC.O.C^2H^5$	71	1,217/15°	liq.	162 déc.	i.
— (iso) —	$CO.Az.C^2H^5$	71	0,898	liq.	60	déc.
Cyanurate —	$(CO.Az.C^2H^5)^3$	213		95	253	ps.
Cyanure d'acétyle	$CH^3.CO.CAz$	69	< 1		93	
Cyanure d'éthyle (propionitrile)	$Az.C.C^2H^5$	55	0,7998/4°	liq.	96,7	tps.
Cyan. (iso) — (éthylcarbylam.)	$C.Az.C^2H^5$	55	0,7591/4°	liq.	78,1	i.
Cyanure d'éthylène.	$C^2H^4(CAz)^2$	80	1,023/45°	37	déc.	
Cyanocarbonate d'éthyle.....	$AzC.CO^2.C^2H^5$	99	< 1	liq.	115	i.
Diacétamide	$(C^2H^3O)^2AzH$	98		59	212	s.
Dichloracétal	$CHCl^2.CH(OC^2H^5)^2$	187		liq.	182	i.
Dichloracétamide	$CHCl^2.CO.AzH^2$	128		96	233	i.
Diéthylamine	$(C^2H^5)^2AzH$	73		liq.	57	s.
Diéthyloxamate d'éthyle.....	$(OC^2H^5).C^2O^2.Az(C^2H^5)^2$	173		liq.	254	i.
Diéthyloxamide	$(CO.AzH.C^2H^5)^2$	144		subl.	déc.	ps.
Diéthylphosphine	$(C^2H^5)^2PH$	90		liq.	85	i.
Diéthylsulfone	$(C^2H^5)^2SO^2$	122		70 sub.	248	s.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Ethylamine	$C^2H^5.AzH^2$	45	0,696	liq.	18°,7	∞
Ethylène bromé	$CH^2.CHBr$	107	1,52	liq.	23	i.
Ethylène perchloré	$CCl^2.CCl^2$	168	1,612/10°	liq.	116,7	i.
Ethylphosphine	$C^2H^5.PH^2$	62	< 1	liq.	25	
Formiate d'éthyle	$C^2H^5.CHO^2$	74	0,917/17°	liq.	54,3	11
Glycocolle	$AzH^2.CH^2.CO^2H$	75		170 ?	déc.	23
Glycol	$CH^2OH.CH^2OH$	62	1,125	— 11,5	197,5	∞
Glycolamide	$CH^2.OH.CO.AzH^2$	75		120		s.
Glyoxal	$CHO.CHO$	58		dél.	déc.	s.
Iodure d'éthyle	C^2H^5I	156	0,944/15°	liq.	72,3	tps.
Nitrate d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO^2$	91	1,112/15°	liq.	87,2	i.
Nitréthane	$C^2H^5.Az.O^2$	75	1,0582/13°	liq.	114	i.
Nitrite d'éthyle	$C^2H^5.O.AzO$	75	0,940/15°	liq.	17	i.
Œnanthylate d'éthyle	$C^2H^5.C^7H^{13}O^2$	158	0,8735/16°	liq.	188	i.
Orthocarbonate —	$C(OC^2H^5)^4$	192	0,925	liq.	158	i.
Orthoformiate —	$CH(OC^2H^5)^3$	148		liq.	146	i.
Oxalate —	$(CO^2.C^2H^5)^2$	146	1,082/18°	liq.	186	ps. déc.
Oxyde — (éther)	$(C^2H^5)^2O$	74	0,736/0°	liq.	34,8	8
— d'éthyle-méthyle	$C^2H^5.O.CH^3$	60		liq.	11	ps.
Oxamide	$CO(AzH^2)^2$	88		déc.		i : bps.
Oxaméthane	$AzH^2.CO.CO.OC^2H^5$	117	0,808/19°	114	220	s.
Paraldéhyde	$C^6H^{12}O^3$?	132	0,998/15°	10,5	124	12
Pélargonate d'éthyle	$C^2H^5.C^9H^{17}O^2$	186	0,86	liq.	216	i.
Phosphate —	$PO^4(C^2H^5)^3$	182	1,072	liq.	203	déc.
Propionate —	$C^2H^5.C^3H^5O^2$	102	0,914/0°	liq.	98,3	i.
Salicylate —	$C^6H^4(OH)CO^2.C^2H^5$	166	1,18/20°	liq.	221	i.
Sébate —	$(C^2H^5)^2C^{10}H^{16}O^4$	258	< 1	— 9	308	i.
Silicate	$SiO^4(C^2H^5)^4$	208		liq.	165	déc. lent.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Disilicate hexéthylique.....	$Si^2O^7(C^2H^5)^6$	342		liq.	233°	déc. lent.
Succinate d'éthyle..	$(C^2H^5)^2C^4H^4O^4$	174	1,0718/0°	liq.	217,5	i.
Sulfate —	$SO^4(C^2H^5)^2$	154	1,1837	liq.	208 déc.	i.
Sulfhydrate — (mercaptan)	$C^2H^5.S.H$	62	0,835/21°	— 22	36,5	1,5
Sulfite —	$SO^3(C^2H^5)^2$	138	0,106/0°	liq.	161,4	i.
Sulfocyanate —	$C^2H^5.S.CAz$	87	1,033/0°	liq.	146	i.
— (iso) —	$C^2H^5.Az.CS$	87	1.019/0°	liq.	133	i.
Sulfure —	$(C^2H^5)^2S$	90	0,825/20°	liq.	91	i.
Bisulfure —	$(C^2H^5)^2S^2$	122	0,9927/20°	liq.	153	i.
Sarcosine, méthylglycocolle ..	$CO^2H.CH^2.AzHCH^3$	89		100 déc.		s.
Tartrate d'éthyle	$(CH.OH.CO^2.C^2H^5)^2$	206	1,199/20°	liq.	162 vide	s.
Triéthylamine.....	$(C^2H^5)^3Az$	101		liq.	89	ps.
Triéthylphosphine.....	$(C^2H^5)^3P$	118	0,812	liq.	127,5	i.
Valérate (iso) d'éthyle.....	$C^2H^5.C^5H^9O^2$	130	0,872/18°	liq.	134,3	i.
Série propylique.						
Hydrure de propyle (propane)..	$(CH^3)^2CH^2$	44			— 17	i.
Acétate d'allyle	$CH^2:CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	100		liq.	97	ps.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2.CH.(C^2H^3O^2)$	102		liq.	91,3	i.
— de propargyle	$CH:C\ CH^2.C^2H^3O^2$	98	1,005/20°	liq.	123	
— de propyle.....	$C^3H^7.C^2H^3O^2$	102	0,899/15°	liq.	100,8	i.
Acétodichlorhydrine glycérique	$C^3H^5.(C^2H^3O^2)Cl^2$	171	1,283	liq.	205	ps.
Acétomonochlorhydrine —	$C^3H^5.(OH)Cl(C^2H^3O^2)$	153		17	250	i.
Acétone.....	$CH^3.CO.CH^3$	58	0,810/0°	liq.	56,4	∞
Acide acrylique	$CH^2:CH\ CO^2H$	72		10	140	∞
— bromopropionique α...	$CH^3.CHBr.CO^2H$	153		— 17	202	∞
— — β....	$CH^2Br.CH^2.CO^2H$	153		64,5		

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide chloropropionique α....	$CH^3.CHCl.CO^2H$	109	1,28/0°	liq.	186°	∞
— — β....	$CH^2Cl.CH^2.CO^2H$	109		40,5		
— dichloropropionique....	$CH^2Cl.CHCl.CO^2H$	143		50	210 déc.	s.
— glycérique.....	$CH^2OH.CHOH.CO^2H$	108		liq.	déc.	∞
— hydracrylique.....	$CH^2(OH).CH^2.CO^2H$	90		liq.	déc.	∞
— iodopropionique β.....	$CH^2I.CH^2.CO^2H$	200		82		bts.
— lactique de ferment.....	$CH^3.CH(OH).CO^2H$	90	1,215/20°	liq.	déc.	∞
— malonique.....	$CH^2(CO^2H)^2$	104		132	déc.	s.
— mésoxalique.....	$CO(CO^2H)^2$, aq.	136		115	déc.	ts.
— propionique.....	$CH^3.CH^2.CO^2H$	74	0,992/18°	— 21	141	∞
— pyruvique.....	$CH^3.CO.CO^2H$	88	1,29	liq.	167	ts.
— tartronique.....	$CH.OH:(CO^2H)^2$	120		175 déc.		s.
Acroléine.....	$CH^2:CH.COH$	56	0,841/20°	liq.	52	2,5
Alanine.....	$CH^3.CH(AzH^2).CO^2H$	89		sub 200	déc.	22 : bts.
Alcool allylique.....	$CH^2:CH.CH^2OH$	58	0.871/0°	liq.	97	∞
— isopropylique.....	$(CH^3)^2CHOH$	60	0,800/0°	liq.	83	∞
— propargylique.....	$CH:C.CH^2OH$	56	0,972/20°	liq.	114	ts
— propylique.....	$CH^3.CH^2.CH^2OH$	60	0.820/0°	liq.	97	∞
Aldéhyde propionique.....	$CH^3.CH^2.COH$	58	0,8075/21°	liq.	48,7	∞
Allylamine.....	$CH^2:CH.CH^2AzH^2$	57		liq.	58	
Anhydride propionique.....	$(C^3H^5O)^2O$	130	1,017/15°	liq.	168	déc.
Bromhydrine (mono) glycérique	$C^3H^7BrO^2$	155		liq.	180 vid.	s.
— (di) —	$CH^2Br.CH^2(OH).CH^2Br$	218	2,11/18°	liq.	219	ps.
— (isodi) —	$CH^2Br.CHBr.CH^2OH$	218		liq.	213	ps.
— (tri) —	$CHBr(CH^2Br)^2$	281	2,41 à 10° liq.	16,5	219	i.
Bromure d'allyle.....	$CH^2:CH.CH^2Br$	121	1,434/16°	liq.	70	i.
— d'isopropyle.....	$(CH^3)^2CHBr$	123	1,340/0°	liq.	61	i.
— de propargyle.....	$CH:C.CH^2Br$	119	1,52/20°	liq.	89	i.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Bromure de propyle....	$CH^3.CH^2.CH^2Br$	123	1,383/0°	li[illegible]	71°	i.
— de propylène.....	$CH^3.CHBr.CH^2Br$	202	1,974	liq.	142	i.
— de triméthylène.....	$(CH^2Br)^2CH^2$	202	2,018/0°	liq.	163	i.
Chlorhydrodiacéline glycérique	$C^3H^5Cl(C^2H^3O^2)^2$	195	1,243	liq.	245	i.
Chlorhydrine (mono) —	$CH^2OH.CHOH.CH^2Cl$	111	1,31	liq.	227	∞
— (isomono) —	$(CH^2OH)^2CHCl$	111	1,4/13°	liq.	232	s.
— (di) —	$CH^2OH.CHCl.CH^2Cl$	129	1.38/0°	liq.	185	ps.
— (isodi) —	$(CH^2Cl)^2CH.OH$	129	1,383/19°	liq.	174	ps.
Chlorhydrine (tri) glycérique..	$(CH^2Cl)^2CHCl$	148	1,417/15°	liq.	158	i.
Chlorure d'allyle.	$CH^2:CH.CH^2Cl$	77	0,954/0°	liq.	46,5	i.
— de propionyle.....	$CH^3.CH^2.COCl$	93	1.065	liq.	80	déc.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHCl$	79	0,883/0°	liq.	36	i.
— de propyle.....	$CH^3.CH^2.CH^2Cl$	79	0.945/0°	liq.	45	i.
— de propylène	$CH^3.CHCl.CH^2Cl$	113	1,1656/14°	liq.	96,8	i.
— de propylidène.....	$CH^3.CH^2.CHCl^2$	113	1,143/10°	liq.	86	i.
— — (iso) .	$CH^3.CCl^2.CH^3$	113	1,827/16°	liq.	69,7	i.
Cyanure d'allyle..... ..	$CH^2.CH.CH^2.CAz$	67	0,839/13°	liq.	118,3	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CAz$	69		liq.	108	i.
— de propyle.....	$CH^3.CH^2.CH^2.CAz$	69	0,795/2°	liq.	116	i.
Dichloracétone	$CHCl^2.CO.CH^3$	127	1,236/21°	liq.	120	i.
Epichlorhydrine....	C^3H^5OCl	93	1,194/12°	liq.	118	i.
Ethylate de propargyle.....	$CH:C.CH^2.O.CH^2.CH^3$	84	0,83/7°	liq.	83	i.
Formiate d'allyle.....	$CH^2:CH.CH^2(CHO^2)$	86	0,93/17°	liq.	82	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.CHO^2$	88		liq.	66	i.
— de propyle.....	$CH^3.CH^2.CH^2(CHO^2)$	88	0,92/0°	liq.	83	i.
Glycérine.....	$(CH^2.OH)^2CH.OH$	92	1,26/15°	17	290,4	∞
Glycol propylénique.....	$CH^3.CHOH.CH^2OH$	76	1,051/0°	liq.	188	∞
— triméthylénique.....	$CH^2(CH^2.OH)^2$	76	1,053/19°	liq.	216	∞

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure d'allyle	$CH^2:CH\ CH^2I$	168	1,87/0°	liq.	101	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CHI$	170	1,70/15°	liq.	91	i.
— de propyle	$CH^3.CH^2.CH^2I$	170	1,784	liq.	104,5	i.
Isocyanure d'allyle	$CH^2:CH.CH^2.AzC$	67	0,796/17°	liq.	100	i.
— d'isopropyle	$(CH^3)^2CH.AzC$	69	0,7596/0°	liq.	87	i.
Isopropylamine	$(CH^3)^2CH\ AzH^2$	59	0,69	liq.	32	s.
Lactide	$C^3H^4O^2$	72		124,5	255	ps.
Nitrate d'isopropyle	$AzO^3.CH(CH^3)^2$	105	1,054/0°	liq.	101	i.
Nitroglycérine	$C^3H^5(AzO^3)^3$	227	1,60	9	déc.	i.
Nitroisopropane	$CH^3.CH(AzO^2).CH^3$	89	0,718/20°	liq.	117	
Propylamine	$C^3H^7.AzH^2$	59		liq.	50	s.
Propylène bromé α	$CH^2:CBr.CH^3$	121	1,36/19°	liq.	48	i.
— — β	$CH^3.CH:CHBr$	121	1,428/19°	liq.	60	i.
Sinapoline (diallylurée)	$CO(AzH.C^3H^5)^2$	140		100	170 déc.	bs.
Sinnamine (allylmélamine)	$C^3Az^6(C^3H^5)^3H^3$	252		100		s.
Sulfhydrate d'allyle	$C^3H^5.SH$	74		liq.	90	i.
Sulfocyanate —	$C^3H^5.S.CAz$	99	1,071/0°	liq.	161	i.
— (iso) — (ess. de moutarde)	$C^3H^5.Az.CS$	99	1,036/0°	liq.	150,7	ps.
Sulfure d'allyle	$(C^3H^5)^2S$	114		liq.	140	i.
Tétrachlorure d'isopropylidène.	$CHCl^2.CCl^2.CH^3$	182	1,47/13°	liq.	153	i.
Thiosinnamine (allylsulfo-urée)	$AzH^2.CS.AzH(C^3H^5)$	116		74		s.
Triacétine glycérique	$C^9H^{14}O^6$	218	1,174/8°	liq.	268	i.
Tributyrine —	$C^{15}H^{26}O^6$	302	1,056/8°	liq.		i.
Trilaurine —	$C^{39}H^{74}O^6$	638		45		i.
Trimyristine	$C^{45}H^{86}O^6$	722		31		i.
Tripalmitine	$C^{51}H^{98}O^6$	806		60		i.
Tristéarine	$C^{57}H^{110}O^6$	880		71		ps. éth.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
				°	°	
Série butylique.						
Hydrure de butyle (butane)....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^3$	58			1	i.
— d'isobutyle (isobutane)	$(CH^3)^2.CH.CH^3$	58	0,6		—17	i.
Acétate de butyle normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2(C^2H^3O^2)$	116	0,900/0°	liq.	125,1	i.
— — secondaire ..	$CH^3.CH^2.CH(C^2H^3O^2)CH^3$	116	0,892/0°	liq.	111	i.
— d'isobutyle primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2.(C^2H^3O^2)$	116	0,905/0°	liq.	116.4	i.
— — tertiaire...	$(CH^3)^3.C.(C^2H^3O^2)$	116		liq.	96	i.
Acide aspartique.....	$CO^2H.CH^2.CH(AzH^2)CO^2H$	134		déc.	déc.	bs.
— butyrique de ferment...	$CH^3.CH^2.CH^2\ CO^2H$	88	0,959/20°	liq.	160	∞
— crotonique.....	$CH^3.CH:CH\ CO^2H$	86		72	182	8
— dibromosuccinique	$(CHBr.CO^2H)^2$	276		130 déc.		2
— — (iso)..	$CO^2H.CH^2.CBr^2.CO^2H$	276		160		
— fumarique	$(CH.CO^2H)^2$	116		vol. > 250		ps.
— isobutyrique	$(CH^3)^2CH.CO^2H$	88	0,950/20°		205	33
— isocrotonique	$CH^3:CH.CH^2.CO^2H$	86	1,018		172	
— isosuccinique	$CH^3.CH(CO^2H)^2$	118		129.5	déc.	20
— malique..	$CO^2H.CH^2.CH(OH)CO^2H$	134	1,56	100	déc.	ts.
— méthacrylique	$CH^2:C(CH^3)CO^2H$	86		16	160,5	ts.
— oxybutyrique α.....	$CH^3.CH^2.CH(OH)CO^2H$	104		43	déc.	s.
— — β	$CH^3.CH(OH)CH^2.CO^2H$	104		déc.		∞
— succinique.....	$(CO^2H.CH^2)^2$	118	1,552	180	235 déc.	5,2:b.121
— tartrique	$CO^2H.CH(OH).CH(OH).CO^2H$	150	1.74	135	déc.	§ 170
Alcool butyl. normal.....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2OH$	74	0,824/20°	liq.	116	9
— — sec. (hydr. de but.)	$CH^3.CH^2.CH(OH).CH^3$	74	0.85/0°	liq.	99	ps.
— isobutylique primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2OH$	74	0,8003/18°	liq.	108	10
— — tertiaire...	$(CH^3)^3.C.OH$	74	0,78/30°	24	82,5	s.
Aldéhyde butyrique.....	$C^3H^7.CHO$	72	0,834/0°	liq.	75	3,7

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde isobutyrique	$(CH^3)^2.CH.CHO$	72	0,815/0°	liq.	62	9,1
— succinique	$(CH^2.CHO)^2$	86		liq.	202	s.
Anhydride butyrique	$(C^3H^7.CO)^2O$	158	0,961/12°	liq.	192	déc.
— succinique	$(CH^2.CO)^2O$	100	1,529	119	250 env.	ps. déc.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3$, aq.	150		déc.		1,8 : b. 23
Bromure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Br$	137	1,305/0°	liq.	100,4	i.
— de crotonylène	$C^4H^6Br^4$	374		116	déc.	i.
— d'éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CHBr.CH^2Br$	200	1,876	liq.	168	i.
— de diméthylethylène	$CH^3.CHBr.CHBr.CH^3$	200	1,83	liq.	158	i.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2Br$	137	1,249/0°	liq.	92,3	i.
— d'isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2CBr.CH^2Br$	200		liq.	148	i.
Butylamine, normale	$(C^3H^7)CH^2.AzH^2$	73	0,755	liq.	76	∞
— secondaire	$C^2H^5.CH(AzH^2).CH^3$	73	0,736	liq.	65	∞
Butylène, éthyléthylène	$CH^3.CH^2.CH:CH^2$	56		liq.	— 5	i.
— diméthyléthylène	$CH^3.CH:CH.CH^3$	56		liq.	+ 3	i.
— isodiméthyléthylène	$(CH^3)^2C:CH^2$	56	0,635/10°	liq.	— 8	i.
Chloral butyrique	$CCl^3.CH^2.CH^2.CHO$	176		liq.	164	déc.
Chlorure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2Cl$	93	0,907/0°	liq.	77,6	i.
— — (iso, prim.)	$(CH^3)^2CH.CH^2Cl$	93	0,895/0°	liq.	69	i.
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.Cl$	93		liq.	51	i.
— de butyryle	$C^3H^7.C.O.Cl$	107	1,028/20°	liq.	99	déc.
— d'isobutyryle	$(CH^3)^2CH.C.O.Cl$	107	1,017/20°	liq.	92	déc.
— de succinyle	$(C.O.Cl.CH^2)^2$	155	1,39	liq.	190 déc.	déc.
Crotonylène	$CH^2:CH.CH\ CH^2$	54		liq.	24	i.
Cyanure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2.CAz$	83	0,816/15°	liq.	126	ps.
— d'isobutyle	$(CH^3)^2CH.CH^2.CAz$	83		liq.	127	
— — tertiaire	$(CH^3)^3C.CAz$	83		15	105	
Erythrite	$(CH^2OH.CHOH)^2$	122	1,45	120	300 déc.	ts.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Glycol α butylénique.....	$C^2H^5.CH(OH)CH^2OH$	90	1,019/0°	liq.	191°	∞
— β —	$CH^3.CH(OH).CH^2.CH^2OH$	90		liq.	204	∞
— pseudobutylénique.....	$(CH^3.CH.OH)^2$	90	1,048/0°	liq.	183	∞
— isobutylénique.....	$(CH^3)^2C.OH.CH^2OH$	90	1,013/0°	liq.	177	∞
Hydrate de butylchloral.....	$C^4H^5Cl^3O$, aq.	194	1,693	78	déc.	ts.
Iodure de butyle normal	$C^3H^7.CH^2I$	184	1,643/0°	liq.	129,8	i.
— — secondaire...	$C^2H^5.CHI.CH^3$	184	1,632	liq.	117	i.
— d'isobutyle primaire...	$(CH^3)^2CH.CH^2I$	184	1,640/0°	liq.	120,6	i.
— — tertiaire....	$(CH^3)^3.C.I$	184		liq.	98 déc.	i.
Méthyléthylacétone.....	$C^2H^5.CO.CH^3$	72	0,84/19°	liq.	95	s.
Pyrrol	C^4H^5Az	67		liq.	133	ps.
Succinamide.....	$(CO.AzH^2.CH^2)^2$	116		déc.		bs.
Succinimide.....	$(CH^2.CO)^2AzH$, aq.	117		125	287	s.
Sulfocyan. (iso) de butyle norm.	$C^3H^7.CH^2.Az.CS$	115		liq.	167	i.
— — — second.	$C^2H^5.CH(CH^3).AzCS$	115	0,944/12°	liq.	159,5	i.
— — d'isobutyle p...	$(CH^3)^2CH.CH^2.AzCS$	115	0,964/14°	liq.	162	i.
Tétraphénol	C^4H^4O	68		liq.	32	s.
Thiophène.....	C^4H^4S	84	1,062/23°	liq.	84	i.
Série amylique.						
Hydrure d'amyle norm. (pentane)	$CH^3(CH^2)^3CH^3$	72	0,636/17°	liq.	39	0,05
— d'isoamyle.....	$(CH^3)^2.CH.C^2H^5$	72	0,628/17°	liq.	30	i.
Tétraméthylméthane.....	$(CH^3)^4C$	72		— 20	9,5	i.
Acétate d'amyle normal.....	$C^5H^{11}.C^2H^3O^2$	130	0,896/0°	liq.	148,4	i.
— — (iso) primaire.	id.	130	0,884/0°	liq.	137°6	i.
— — — p. actif..	id.	130	0,8762	liq.	144	i.
Acide aconitique	$C^6H^6O^4$	128		164		18

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide angélique	$C^5H^8O^2$	100		45°	185°	ps.
— citraconique	$C^5H^6O^4$	130	1,616	80		ts.
— désoxalique	$C^5H^6O^8$	194		liq.	déc.	ts.
— itaconique	$C^5H^6O^4$	130	1,57	164	déc.	6
— mésaconique	$C^5H^6O^4$	130		202	déc.	ps.
— oxypyrotartr. (citramal.)	$C^5H^8O^5$	148		amorph		ts.
— — (itamal.)	$C^5H^8O^5$	148		60	déc.	ts.
— — (oxyglutar.)	$CO^2H.CH^2\ CH^2.CHOH.CO^2H$	148		sir.crist		s.
— — (ordin.)	$CH.OH.(CH^2.CO^2H)^2$	148		135		s.
— pyromucique	$C^5H^4O^3$	112		134	subl.	bs.
— — (iso)	$C^5H^4O^3$	112		82	subl.	ts.
— pyrotartrique	$CO^2H.CH(CH^3).CH^2.CO^2H$	132	1,413	112	déc.	
— — (glutarique)	$(CH^2)^3(CO^2H)^2$	132		97	299	85
— — (éthylmalon.)	$C^2H^5.CH.(CO^2H)^2$	132		111		
— — (diméthylmalon.)	$(CH^3)^2C(CO^2H)^2$	132		170 déc.	déc.	ps.
— valérique normal	$CH^3(CH^2)^3CO^2H$	102	0,958/0°	liq.	184	4
— — (iso) (valérian.)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CO^2H$	102	0,947/0°	liq.	165	3,3
— — (iso actif)	$CO^2H.CH.(CH^3).CH^2.CH^3$	102	0,938	liq.	175	ps.
— — (triméthylacét.)	$(CH^3)^3C.CO^2H$	102	< 1	35	164	2,5
Alcool amylique normal	$C^4H^9.CH^2OH$	88	0,830/0°	liq.	137	ps.
— isoamylique prim. ferm.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2OH$	88	0,825/0°	liq.	132	ps.
— isoamyl. actif prim. ferm.	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2OH$	88		liq.	127	ps.
Méthylpropylcarbinol (second).	$CH^3.CHOH.C^3H^7$	88	0,825/0°	liq.	119	14
Diéthylcarbinol (second)	$(C^2H^5)^2CHOH$	88	0,832/0°	liq.	116	ps.
Méthylisopropylcarbin. (second)	$CH^3.CHOH.CH(CH^3)^2$	88	0,827/17°	liq.	108	ps.
Ethyldiméthylcarbinol (hydr. d'amylène) (tertiaire)	$(CH^3)^2C.OH.C^2H^5$	88	0,828/0°	— 21	96	ps.
Aldéhyde valérique normal	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CHO$	86		liq.	102	ps.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Aldéhyde valérique (iso)	$(CH^3)^2CH.CH^2.CHO$	86	0,768/12°	liq.	92,5	ps.
Amylamine (iso, primaire).....	$C^5H^{13}Az$	87	0,7503/18°	liq.	93	i.
Amylène, propyléthylène	$C^3H^7.CH:CH^2$	70		liq.	40	i.
— méthyléthyléthylène..	$C^2H^5.CH:CH.CH^3$	70		liq.	36	i.
— isopropyléthylène ...	$(CH^3)^2CH.CH:CH^2$	70		liq.	21	i.
— triméthyléthylène ...	$(CH^3)^2C:CH.CH^3$	70	0,6807/0°	liq.	35	0,15
— isométhyléthyléthylène	$(C^2H^5)(CH^3)C:CH^2$	70		liq.	32	i.
Benzoate d'isoamyle.....	$C^7H^5O^2.C^5H^{11}$	192	1,004/0°	liq.	264	i.
Bromure d'amyle normal.....	$C^4H^9.CH^2Br$	151	1,246/0°	liq.	128,7	i.
— d'isoamyle primaire.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Br$	151	1,236/0°	liq.	119	i.
— — p. actif...	$CH^3BrCH.(CH^3)C^2H^5$	151	1,227/15°	liq.	116	
— de méthyléthyléthylène	$C^2H^5.CHBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	178 déc.	i.
— d'isopropyléthylène ..	$(CH^3)^2CH.CHBr.CH^2Br$	230		liq.	85 déc.	i.
— de triméthyléthylène.	$(CH^3)^2CBr.CHBr.CH^3$	230		liq.	175 déc.	i.
Butyrate d'isoamyle.....	$C^4H^7O^2.C^5H^{11}$	158		liq.	176	ps.
Caproate —	$C^6H^{11}O^2.C^5H^{11}$	186		liq.	211	i.
Chlorure d'amyle normal.....	$C^5H^{11}Cl$	107	0,9013/0°	liq.	106,6	i.
— d'isoamyle primaire.	$C^5H^{11}Cl$	107	0,886/0°	liq.	102	i.
— — p.actif...	$C^2H^5.CH(CH^3)CH^2Cl$	107	0,886/15°	liq.	98	i.
Cyanure d'amyle normal.....	$C^5H^{11}.CAz$	97				
— — (iso) prim..	$C^5H^{11}.CAz$	97	0,866/0°	liq.	146	ps.
— (iso) d'isoamyle prim..	$C^5H^{11}.AzC$	97	< 1	liq.	137	i.
Formiate — —	$C^5H^{11}.CHO^2$	116	0,874	liq.	116	i.
Furfurol.....	$C^4H^3O.COH$	96	1,165/16°	liq.	162	9
Furfuramide....	$(C^5H^4O)^3Az^2$	268		crist.	250 déc.	i.
Iodure d'amyle normal.....	$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2I$	198	1,544/0°	liq.	155.4	i.
— — (iso) prim	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2I$	198	1,468/0°	liq.	146	i.
— — — actif	$CH^3(CH^2I)CH.C^2H^5$	198	1,54	liq.	144	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Iodure du méthylpropylcarbinol	$CH^3.CHI.CH^2.C^2H^5$	198	1,537/0°	liq.	146	i.
— du méthylisopropylcarb.	$(CH^3)^2CH.CHI.CH^3$	198		liq.	129	i.
— du diéthylcarbinol.....	$(C^2H^5)^2CHI$	198	1,528/0°	liq.	145	i.
Nitrate d'amyle (iso) prim.....	$C^5H^{11}AzO^3$	133	1,000/7,5°	liq.	148	i.
Nitrite — —	$C^5H^{11}AzO^2$	117	0,902	liq.	95	
Oxyde — —	$(C^5H^{11})^2O$	158	0,80	liq.	175	i.
— — actif.....	$(C^5H^{11})^2O$	158		liq.	170	i.
Pipéridine.....	$C^5H^{10}.AzH$	85		liq.	106	s.
Propionate d'amyle.....	$C^5H^{11}.C^3H^5O^2$	144	< 1	liq.	100	i.
Sulfocyanure (iso) d'isoamyle.	$(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2.Az.CS$	129		liq.	183	i.
Sulfure —	$(C^5H^{11})^2S$	174		liq.	216	i.
Valérate d'amyle (iso).....	$C^5H^{11}.C^5H^9O^2$	172		liq.	196	ps.
Série hexylique.						
Hydrure d'hex. (hexane) norm.	$CH^3.(CH^2)^4.CH^3$	86	0,676/0°	liq.	71	i.
Propyldiméthylméthane.....	$C^3H^7.CH.(CH^3)^2$	86	0,701/0°	liq.	62	i.
Diisopropyle.....	$(CH^3)^2.CH.CH.(CH^3)^2$	86	0,684/0°	liq.	58	i.
Ethyltriméthylméthane.....	$C^2H^5.C.(CH^3)^3$	86		liq.	45	i.
Acide aconitique.....	$C^3H^3(CO^2H)^3$	174		186		18
— adipique.....	$C^4H^8(CO^2H)^2$	101		148		ts.
— caproïque normal.....	$C^5H^{11}.CO^2H$	116	0,928/20°	— 2	204	ps.
— — (iso).....	$(CH^3)^2CH.(CH^2)^2CO^2H$	116	0,925/20°	liq.	200	ps.
— — diéthylacét...	$(C^2H^5)^2CH.CO^2H$	116		liq.	190	ps.
— — diméthyléthylac	$(CH^3)^2.C^2H^5.C.CO^2H$	116		— 14	187	i.
— citrique.....	$C^3H^4(OH)(CO^2H)^3$, aq.	210	1,553	100	déc.	s.
— diéthoxalique.....	$(C^2H^5)^2.C(OH).CO^2H$	132		74,5	sub. 50	35
— mucique.....	$C^4H^4(OH)^2(CO^2H)^2$	210		déc.		ps.; b2.

Corps.	Formules.	P. moléc.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide oxycaproïque (leucique).	$C^5H^{10}(OH)CO^2H$	132		73°	sub.°	s.
— tricarballylique	$C^3H^5.(CO^2H)^2$	176		158	déc.	40
Alcool hexylique normal	$CH^3.(CH^2)^4.CH^2OH$	102	0,833/0°	liq.	158	i.
— β (méthylbutylcarbinol) s.	$C^4H^9.CH^3.CHOH$	102	0,833/0°	liq.	137	ps.
— — éthylpropylcarbinol s.	$C^3H^7.C^2H^5.CHOH$	102	0,834/0°	liq.	135	ps.
— diméthylpropylcarb. t.	$(CH^3)^2.C(OH)C^3H^7$	102		liq.	115	i.
— diméthylisopropylcarb. t.	$(CH^3)^2C(OH)CH(CH^3)^2$	102	0,8364/0°	— 35	113	ps.
— diéthylméthylcarb. tert.	$(C^2H^5)^2C(OH)CH^3$	102			120	
— pinacolique secondaire	$(CH^3)^3C.CH(OH)CH^3$	102	0,8347	4	120,5	
Aldéhyde caproïque (iso)	$C^6H^{12}O$	100		liq.	121	ps.
Bromure de diallyle	$C^6H^{10}Br^4$	404		63		i.
Chlorure de β-hexyle	$C^4H^9.CHCl.CH^3$	121		liq.	125	i.
— pinacolique	$(CH^3)^3C.CHCl.CH^3$	121		ilq.	113	i.
Diallyle	$(C^3H^5)^2$	82	0,864	liq.	59	i.
Dipropargyle	$(C^3H^3)^2$	78	0,81/18°	liq.	85	i.
Glycol hexylénique normal	$C^4H^9.CH(OH).CH^2OH$	118	0,967/0°	liq.	207	s.
— hydrate de diallyle	$(CH^2.CH^2.CH^2OH)^2$	118	0,920/0°	liq.	215	s.
— pinacone	$(CH^3)^2.C(OH).C(OH).(CH^3)^2$	118		38	172	s.
Hexoylène	C^6H^{10}	82		liq.	78	i.
Hexylène normal	$C^4H^9.CH:CH^2$	84	0,699/1°	liq.	67	i.
Iodure d'hexyle normal	$C^5H^{11}.CH^2I$	212	1,411/17°	liq.	179,5	i.
— de β-hexyle (secondaire)	$C^6H^{13}I$	212		liq.	167,5	i.
— pinacolique (secondaire).	$C^6H^{13}I$	212		liq.	142	i.
Leucine	$AzH^2.C^5H^{10}.CO^2H$	131		sub. 170	déc.	3,7
Pinacoline	$[(CH^3)^2C]^2O$	100	0,8233/0°	liq.	106	
Séries supérieures.						
Acide arachidique	$C^{20}H^{40}O^2$	312		75		i.

Corps.	Formules.	P. molée.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Acide azélaïque	$C^9H^{16}O^4$	188		106°		bs.
— béhénique (bénique)	$C^{22}H^{44}O^2$	340		76		
— béhénoléique	$C^{22}H^{40}O^2$	336		57,4		i.
— brassylique	$C^9H^{18}(CO^2H)^2$	216		108,5		ps.
— caprique	$C^{10}H^{20}O^2$	172	0,930/37°	30	269	ps. ; bs.
— caprylique	$C^8H^{16}O^2$	144	0,914/20°	16,5	236	ps. ; bs.
— cérotique	$C^{27}H^{54}O^2$	410		78	déc.	i.
— cimicique	$C^{15}H^{28}O^2$	240	< 1	44		i.
— élaïdique	$C^{18}H^{34}O^2$	282		44		i.
— érucique	$C^{22}H^{42}O^2$	338		33		i.
— hypogéique	$C^{16}H^{30}O^2$	254		33		i.
— laurique	$C^{12}H^{24}O^2$	200	> 1	43,6		i.
— margarique	$C^{17}H^{34}O^2$	270		60		i.
— mélissique	$C^{30}H^{60}O^2$	452		91		i.
— myristique	$C^{14}H^{28}O^2$	228		53,8		i.
— oléique	$C^{18}H^{34}O^2$	282	0,808/19°	14		i.
— œnanthylique normal	$C^7H^{14}O^2$	130	0,9345/0°	10,5	223	ps. ; bs.
— palmitique	$C^{16}H^{32}O^2$	256		62	348	i.
— pimélique	$C^7H^{12}O^4$	160		149	> 320	3
— sébacique	$C^{10}H^{18}O^4$	210		127		bs.
— stéarique	$C^{18}H^{36}O^2$	284	1,01	69,2	287 (10cm)	i.
— subérique	$C^8H^{14}O^4$	174		140		bs.
Alcool heptylique normal	$C^7H^{16}O$	116		liq.	176	i.
— pentaméthyléthylique	$C^7H^{16}O$	116		17	131	i.
— — — hydraté	$C^7H^{16}O$, 1/2 aq.	125		83	déc.	
— octylique normal	$C^8H^{18}O$	130	0,83/16°	liq.	190	i.
— cétylique	$C^{16}H^{34}O$	242		50	vol.	i.
— cérylique	$C^{27}H^{56}O$	396		79	déc.	i.

Corps.	Formules.	P. molec.	Densités.	P. de fusion.	P. d'ébull.	Sol. dans 100 p. eau.
Alcool myricique	$C^{30}H^{62}O$	438		88°	déc.	i.
Aldéhyde œnanthyl., œnanthol.	$C^{7}H^{14}O$	114		liq.	155	ps.
Hydrure d'heptyle normal	$C^{7}H^{16}$	100	0,850/20°	liq.	97.5	i.
— d'octyle (pétrole)	$C^{8}H^{18}$	114	0,715	liq.	117	i.
— de nonyle —	$C^{9}H^{20}$	128	0,726	liq.	137	i.
— de décyle —	$C^{10}H^{22}$	142	0,741	liq.	160	i.
— d'undécyle —	$C^{11}H^{24}$	156	0,757	liq.	181	i.
— de lauryle —	$C^{12}H^{26}$	170	0,766	liq.	199	i.
— de cocinyle —	$C^{13}H^{28}$	184	0,778	liq.	219	i.
— de myristyle —	$C^{14}H^{30}$	198	0,796	liq.	238	i.
— de bényle —	$C^{15}H^{32}$	212	0,809	liq.	260	i.
— de palmityle —	$C^{16}H^{34}$	226	0,825	liq.	280	i.
Paraffine	$C^{n}H^{2n+2}$			45 — 65	> 300	i.
Rad. organo-métall.						
Cacodyle	$[(CH^3)^2As]^2$	210		— 6	170	ps.
— chlorure	$(CH^3)^2AsCl$	140	> 1	liq.	100	
— cyanure	$(CH^3)^2As.CAz$	131		30	40	
— oxyde	$[(CH^3)^2As]^2O$	226		liq.	150	
Mercure-amyle (iso)	$(C^5H^{11})^2Hg$	342	1,6663	liq.	déc.	i.
Mercure-éthyle	$(C^2H^5)^2Hg$	258	2,44	liq.	159	i.
Mercure-méthyle	$(CH^3)^2Hg$	230	3,07	liq.	94	i.
Stanno-diéthyle	$(C^2H^5)^2Sn$	176		liq.	déc.	
— — iodure	$(C^2H^5)^2SnI^2$	430		44,5	245	ps.
Stannotétréthyle	$(C^2H^5)^4Sn$	234	1,187	liq.	181	i.
Zinc-éthyle	$(C^2H^5)^2Zn$	123	1,182/18°	liq.	118	déc.
Zinc-méthyle	$(CH^3)^2Zn$	95	1,1386/10	liq.	46	déc.

(154) *Dérivés de l'essence de térébenthine.*

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
			0	0				
Acide campholique.....	$C^{10}H^{18}O^2$		95	250		s.	s.	
— camphorique.....	$C^{10}H^{16}O^4$		176		1,1; b 12	ts.	ts.	
Anhydride camphorique.	$C^{10}H^{14}O^3$		217	> 270	ps.	ts.	ts.	
Bornéol	$C^{10}H^{18}O$		198	212	i.	ts.	ts.	
Camphène.....	$C^{10}H^{16}$	0,88/60°	45	160	i.	ts.	ts.	ts.
Camphre (laurinées)....	$C^{10}H^{16}O$	0,985	175	205	ps.	s.	s.	ts.
— monobromé...	$C^{10}H^{15}BrO$		76	274	i.	ps.	s.	ts.
Citrène..... ..	$C^{10}H^{16}$	0,85/15	liq.	173	i.	∞	∞	∞
Chlorh. térébenthène...	$C^{10}H^{16},HCl$		115	208 déc.	i.	s.	s.	
Hydr. — (terpine).	$C^{10}H^{16},2H^2O+aq.$	1,1	103	250	0,5; b 5	7	bs.	
Menthène.....	$C^{10}H^{18}$		165					
Menthol	$C^{10}H^{19}OH$		42	212	ps.	s.	s.	
Térébène	$C^{10}H^{16}$	0,875	liq.	156	i.	∞	∞	∞
Térébenthène	$C^{10}H^{16}$	0,864/15°	liq.	160	i.	∞	∞	∞
Thymol	$C^{10}H^{14}O$		44	230	0,3	bls.	ts.	
Thymoquinone.....	$C^{10}H^{12}O^2$		45,5	200	bs.	ps.	ts.	

(155) *Série aromatique.*

Corps	Formule.	Densités.	Points de fusion.	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
Benzine	C^6H^6	0,899	6°	80,5°	i.	∞	∞	∞
— chlorée	C^6H^5Cl	1,128	liq.	132	i.	ts.	ts.	∞
— bromée	C^6H^5Br	1,517	liq.	154	i.	s.	ts.	∞
— bichlorée *p*	$C^6H^4Cl^2p$	1,46	56,4	173	i.	ts.	ts.	ts.
— — *m*	$C^6H^4Cl^2m$		liq.	172	i.	s.	s.	ts.
— bibromée *p*	$C^6H^4Br^2p$		89,3	219	i.	s.	s.	ts.
— hexachlorée	C^6Cl^6		224	330	i.	ps.bs.	s.	s.
Hexachlorure de benzine.	$C^6H^6Cl^6$		157	288	i.	bps.	s.	s.
Phénol	C^6H^5OH	1,08	40	183	6	∞	∞	∞
Anisol	$C^6H^5.OCH^3$	0,991	liq.	152	i.	∞	∞	∞
Chlorophénol *p*	$C^6H^4Cl.OHp$		41	217	i.	s.	s.	s.
— *m*	$C^6H^4Cl.OHm$		liq.	214	i.	s.	s.	s.
Tribromophénol *oop*	$C^6H^2OH.Br^3$		95, vol.		0,002	s.	s.	
Nitrophénol *p*	$C^6H^4.OH.AzO^2p$		114		ps.	ts.	s.	
— *m*	$C^6H^4.OH.AzO^2m$		96		i.	s.		
— *o*	$C^6H^4.OH.AzO^2o$		45	214	ps; bs.	s.	s.	s.
Trinitrophénol *oop*	$C^6H^2.OH.(AzO^2)^3$		122		1; b. 5	s.	s.	
Nitrobenzine	$C^6H^5.AzO^2$	1,2	3	205	i.	∞	∞	∞
Binitrobenzine *p*	$C^6H^4(AzO^2)^2p$		172		i.	ps. bts.		
— *m*	$C^6H^4(AzO^2)^2m$		90		i.	ps.		
Bromonitrobenzine *p*	$C^6H^4Br.AzO^2p$		126,5	255	i; bps.	s.	s	s.
Aniline	$C^6H^5.AzH^2$	1,036	—8	182	3	∞	∞	∞
Méthylaniline	$C^6H^5.AzHCH^3$		—30 conv.	192	i.	s.	s.	s.
Diméthylaniline	$C^6H^5.Az(CH^3)^2$	0,955	—3	198	1	s.	s.	s.
Diphénylamine	$(C^6H^5)^2AzH$		54	310	i.	s.	s.	s.

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau	d'alcool.	d'éther.	benzine.
Acétanilide..	$C^6H^5.AzHC^2H^3O$	1,1	112°	295°	ps; bs.	s.	s.	s.
Azoxybenzide..... ..	$(C^6H^5)^2Az^2O$		36	déc.	i.	s.	s.	s.
Azobenzide.....	$(C^6H^5)^2Az^2$		66,5	293	i.	s.	s.	s.
Hydrazobenzol.....	$(C^6H^5)^2.Az^2H^4$		131	déc.	ps.	s.	s.	s.
Nitraniline *p*	$p\ C^6H^4.AzO^2.AzH^2$		146	285	i; bps.	s.	s.	
— *m*.....	$m\ C^6H^4.AzO^2.AzH^2$		110	subl.	0,1; b. 2	s.	s.	s.
Bromaniline *p*	$pC^6H^4.Br.AzH^2$		66	déc.	i.	s.		
— *m*	$m\ C^6H^4.Br.AzH^2$		18	251	i.	s.		
Chloraniline *p*.....	$pC^6H^4.Cl.AzH^2$		70	231	i.	s.	s.	
— *m*..	$mC^6H^4.Cl.AzH^2$		liq.	230	ps.	s.	s.	s.
— *o*	$oC^6H^4.Cl.AzH^2$		liq.	207	i.	s.	s.	s.
Phénylène-diamine *p* ..	$p\ C^6H^4(AzH^2)^2$		140	267	i.	s.	s.	
— *m*..	$mC^6H^4(AzH^2)^2$		63	287	i;b.s.	s.	s.	
— *o* ..	$o\ C^6H^4(AzH^2)^2$		99	252	ps; bls.	s.	s.	
Mercure-phényle	$(C^6H^5)^2Hg$		120	déc.	i.	ps.	ps.	s.
Résorcine..... ..	$mC^6H^4(OH)^2$		112	271	ts.	ts.	ts.	ps.
Trinitrorésorcine.....	$C^6H(OH)^2(AzO^2)^3$		175	déc.	0,7; b. 2	s.	s.	
Pyrocatéchine	$oC^6H^4(OH)^2$		102	242	s.	ts.	ts.	
Gaïacol.....	$oC^6H^4OH(OCH^3)$		liq.	203	ps.			
Hydroquinone	$pC^6H^4(OH)^2$		169	subl.	ts.	ts.	ts.	
Quinone..... ..	$pC^6H^4.O^2$		116	subl.	ps.	s.	s.	
Chloranile.....	$pC^6Cl^4.O^2$		subl.	subl.	i.	ibs.	ps.	
Acide pyrogallique.. .	$C^6H^6O^3$		115	210	40	s.	s.	
Phloroglucine	$C^6H^6O^3 + 2aq.$		220		s.	s.	s.	
Toluène.....	$C^6H^5.CH^3$	0.882	liq.	111	i.	∞	∞	∞
— chloré.	$pC^6H^4.Cl.CH^3$	1,08 à 14°	6,5	160,5	i.	s.	∞	∞

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion.	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
Toluène bromé *p*.....	$pC^6H^4.Br.CH^3$	1,40à30°	28°,5	185°,2	i.	ts.	ts.	ts.
— — *m*.....	$mC^6H^4.Br.CH^3$	1,40 21°	liq.	182	i.	∞	∞	∞
— — *o*.....	$oC^6H^4.Br.CH^3$	1,40 18°	liq.	181	i.	∞	∞	∞
Nitrotoluène *p*.....	$pC^6H^4.AzO^2.CH^3$		54	237	i.	s.	s.	ts.
— *o*.....	$oC^6H^4.AzO^2.CH^3$	1,16à24°	liq.	219	i.	s.	s.	ts.
Bi —	$opC^6H^3(AzO^2)^2CH^3$		70,5	300 déc	i.	s.	s.	ts.
Toluidine *p*.....	$C^6H^4.CH^3.pAzH^2$	1,0017	45	198	ps.	s.	s.	ts.
— *o*.....	$C^6H^4.CH^3.oAzH^2$	1,00à16°	liq.	197	2; vol.	s.	s.	ts.
Crésylol *p*.....	$C^6H^4.CH^3.pOH$		36	198	ps.	s.	s.	ts.
— *m*.....	$C^6H^4.CH^3.mOH$		liq.	195	ps.	s.	s.	ts.
— *o*.....	$C^6H^4.CH^3.oOH$		31	185	ps.	s.	s.	ts.
Orcine.....	$C^7H^6O^2 + H^2O$		59	290	s.	ts.	ts.	ps.
Alcool benzylique.....	$C^6H^5.CH^2OH$	1,063	liq.	206	i	∞	∞	∞
Chlorure de benzyle...	$C^6H^5.CH^2Cl$	1,113	liq.	176	i.	∞	∞	∞
Bromure —	$C^6H^5.CH^2Br$	1,438	liq.	201	i.	∞	∞	∞
Acétate —	$C^6H^5.CH^2.C^2H^3O^2$		liq.	210	i.	s.	s.	ts.
Aldéhyde benzoïque....	$C^6H^5.CHO$	1,05à15°	liq.	180	3	∞	∞	ts.
Chlorobenzol	$C^6H^5.CHCl^2$	1,245	liq.	206	i;b.déc.	s.	s.	ts.
Acide benzoïque.....	$C^6H^5.CO^2H$	1,084	121	250	0,3;b5,9	50 b.100	ts.	ts.
Anhydride benzoïque...	$(C^6H^5.CO)^2O$		42	310	ps;b.déc.	ts.	s.	
Chlorure de benzoyle ...	$C^6H^5.COCl$	1,233	liq.	199	i;b.déc.	s. déc.	s.	
Benzamide	$C^6H^5.COAzH^2$		125	290	i;b ps.	s.	s.	
Acide hippurique	$C^9H^9AzO^3$				0,2;bs.	s.	ps.	
Acide chlorobenzoïque *p*	$C^6H^4.pCl.CO^2H$		236		i; bps.	s.	s.	
— — *m*	$C^6H^4.mCl.CO^2H$		152		i; bs.	s.	s.	
— — *o*	$C^6H^4.oCl.CO^2H$		137		0,1; bs.	s.	s.	
— nitrobenzoïque *p*	$C^6H^4\ pAzO^2.CO^2H$		238		0,1	s.	s.	

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion.	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
			°	°				
Acide nitrobenzoïque *m*	$C^6H^4 m AzO^2.CO^2H$		141		0,2; b10	ts.	ts.	
— — *o*	$C^6H^4 oAzO^2.CO^2H$		145		0,7	ts.	ts.	
Alcool anisique.....	$C^6H^4 pOCH^3.CH^2OH$	1,11 à 26°	25	258,8	i.	∞	∞	
Aldéhyde —	$C^6H^4 pOCH^3.CHO$	1,09 à 26°	liq.	250	i.	s.	s.	
— salicylique..	$C^6H^4 oOH.CHO$	1,173	— 20	196	ps.	ts.	ts.	
Saligénine.....	$C^6H^4 oOH.CH^2OH$		82	subl.	bs.	s.	s.	
Vanilline.....	$C^6H^3 pOH nOCH^3.CHO$		80	280	1,2; bts.	s.	s.	
Acide anisique.....	$C^6H^4 pOCH^3.CO^2H$		175	275	i; bs.	s; bts.	s; bts.	
— salicylique	$C^6H^4 oOH.CO^2H$		156	déc. 230	0,23; b8	s.	ts.	ts.
— oxybenzoïque...	$C^6H^4 mOH.CO^2H$		200	déc.	ps.	s.	s.	
— paroxybenzoïque	$C^6H^4 pOH.CO^2H$		210		ps.	ts.	ts.	
— protocatéchique.	$C^6H^3 mp(OH)^2CO^2H$		199		ps.	s.	s.	
— gallique	$C^6H^2(OH)^3CO^2H + aq$		201		1; b 33	ts.	ts.	
— tannique.....	$C^{14}H^{10}O^9$				ts.	ts.	s. éth. anh.	
— quinique	$C^7H^{12}O^6$	1,637	162		40; bts.	s.	i.	
Éthylbenzine.....	$C^6H^5.CH^2.CH^3$	0,866	liq.	134	i.	∞	∞	∞
Xylène *p*.....	$pC^6H^4(CH^3)^2$	0,86	16	136	i.	ts.	ts.	ts.
— *m*..	$mC^6H^4(CH^3)^2$	0,877	liq.	138	i.	∞	∞	∞
— *o*	$oC^6H^4(CH^3)^2$		liq.	142	i.	∞	∞	∞
Phlorone.....	$C^9H^8O^2$	pl. lourdq. l'eau	61		ps.	s.		
Cumène.....	$C^6H^5.CH.(CH^3)^2$	0,8791	liq.	151	i.	ts.	ts.	∞
Mésitylène.....	$mmC^6H^3.(CH^3)^3$		liq.	163	i.	ts.	ts.	∞
Pseudocumène.....	$opC^6H^3(CH^3)^3$	0.861	liq.	166	i.	ts.	ts.	∞
Cymène.....	$C^6H^4CH^3pCH(CH^3)^2$	0,8732	liq.	175	i.	ts.	ts.	∞
Alcool *p* toluique.....	$pC^6H^4.CH^3.CH^2OH$		59	217	i.	∞	∞	
Cyanure de benzyle...	$C^6H^5.CH^2CAz$	1,008	liq.	198	i.	∞	∞	

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion.	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
Acide α-toluique.....	$C^6H^5.CH^2.CO^2H$	1,3	76°,5	265°	ps; bts	ts.	ts.	
— *p* —	$C^6H^4pCH^3.CO^2H$		177					
— *m* —	$C^6H^4mCH^3.CO^2H$		105		s; bts.	s.		
— *o* —	$C^6H^4oCH^3.CO^2H$		102		ps; bs	s.		
— phényglycolique	$C^6H^5.CHOH.CO^2H$		115		ts.	ts.	ts.	
— cinnamique	$C^6H^5.CH{=}CH-CO^2H$	1,195	137	293	i; bps.	22	s.	
Alcool — (styrone)	$C^6H^5.CH{=}CH.CH^2OH$		33	250	ps.	s.	s.	s.
Aldéhyde —	$C^6H^5.CH{=}CH-CHO$				i.	s.	s.	s.
Styrol.	$C^6H^5.CH{=}CH^2$	0,924	liq.	145	i.	∞	∞	∞
Tyrosine	$C^9H^{11}AzO^3$				0,05bo,6	ps.	i.	
Acide phtalique.... .	$C^6H^4.o(CO^2H)^2$		182	déc	0,8; bs	s.	s.	s.
Anhydride phtalique..	$C^6H^4.o(CO)^2O$		129	277	ps; b déc.	s.	s.	
Acide isophtalique ...	$C^6H^4.m(CO^2H)^2$		300	subl.	i; bps	s.		
— téréphtalique...	$C^6H^4.p(CO^2H)^2$			300 sub.	i.	i.	i	i.
Acétophénone.....	$C^6H^5.CO.CH^3$	1,032	15	198				
Diphényle	$C^{12}H^{10}$		70,5	240	i.	s.	s.	s.
Diphénylméthane. ...	$(C^6H^5)^2CH^2$		24	261	i.	s.	s.	s.
Benzophénol.....	$C^6H^5.CH^2.C^6H^4OH$		84	175 vide	ps.	s.		
Benzylphénone.....	$(C^6H^5)^2CO$		46	295	i.	s.	s.	
Dibenzyle	$(C^6H^5\ CH^2)^2$		52	285	i.	s; bts	ts.	
Stilbène.....	$(C^6H^5.CH{=})^2$		120	306	i.	ps; bs	s.	s.
Tolane..... ...	$(C^6H^5.C{\equiv})^2$		60		i.			
Hydrobenzoïne.....	$(C^6H^5.CHOH)^2$		132,5		0,3;b1,4	3; bts	s.	
Benzoïne.....	$C^6H^5.CO.CHOH.C^6H^5$		137		ps.	ps.bs.	ps.	
Désoxybenzoïne... ..	$C^6H^5.CO.CH^2.C^6H^5$		55		i.			
Benzile	$(C^6H^5.CO)^2$		90		i.	s.	s.	s.

Corps.	Formules.	Densités.	Points de fusion.	Points d'ébull.	Solubilité dans 100 p. d'eau.	d'alcool.	d'éther.	benzine.
Acide benzilique	$(C^6H^5)^2COH.CO^2H$		150°	°	bs.	bs.	s.	.
Naphtaline	$C^{10}H^8$	0,977à80°	79,2	218	i; b. vol.	ps; bs	ps; bs	ps; bs. ts.
Tétrachlorure de naphtaline.....	$C^{10}H^8Cl^4$		182		i.	ps.	ps.	ts.
Nitronaphtaline.....	$C^{10}H^7AzO^2$		61	304	i.	s; bts.	ts.	
Naphtylamine.....	$C^{10}H^7AzH^2$		50	300	ps.	ts.	ts.	ts.
Acénaphtène..... .	$C^{12}H^{10}$		95	277,5	i.	1; bs.		
Anthracène.....	$C^6H^4.(CH)^2.C^6H^4$		213	360	i.	ps.	ps.	ts; bts
Phénanthrène	$(C^6H^4)^2C^2H^2$		98	340	i.	2;bts.		
Anthraquinone..	$C^6H^4(CO)^2C^6H^4$		273		i.	ps.	ps.	ps; bs.
Nitro-anthraquinone..	$C^{14}H^7AzO^4$		230		i.	ps.	ps.	ps.
Binitro-anthraquinone	$C^{14}H^6Az^2O^6$		250	subl.	i.	ps	ps.	ps.
Alizarine.....	$C^{14}H^8O^4$		215	subl.	i; bps.	bs; bs.	ps; bs.	bs.
Purpurine..... .	$C^{14}H^8O^5$			déc. 250	ps.	bs.	s.	bs.
Indigo	C^8H^5AzO			sub. 300	i.	i.	i.	i.
Indol	C^8H^7Az		52	245	i; bps.	ts.	ts.	
Isatine.....	$C^8H^5AzO^2$				i; bs.	bs.	s.	

(156) *Sels des acides organiques.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à 1°.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate d'ammonium.....	$C^2H^3O^2.AzH^4$	Décom.	ts.	s.	
— d'argent..	$C^2H^3O^2Ag$		1	i..	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Acétate de baryum	$(C^2H^3O^2)^2Ba + aq$	aq. à 100	8; b 96	1; b 1,5	i.
— de calcium	$(C^2H^3O^2)^2Ca + aq$	eff.	23	4	i.
— de cuivre	$(C^2H^3O^2)^2Cu + aq$	eff.	7; b 20	7	i.
— de magnésium	$(C^2H^3O^2)^2Mg$		100	ts.	
— de plomb	$(C^2H^3O^2)^2Pb + 3aq$	3aq. à 100	66; b 200	s.	i.
— de potassium	$C^2H^3O^2K$		190; b 800	30; b 50	i.
— de sodium	$C^2H^3O^2Na + 3aq$	eff.	28; b 204	45	i.
— de zinc	$(C^2H^3O^2)^2Zn + 5aq$	eff.	s.	s	i.
Benzoate d'ammonium	$C^7H^5O^2.AzH^4$		ts.	ts.	
— de calcium	$(C^7H^5O^2)^2Ca + 2aq$	2 aq. à 120	3,5; bts.	ps.	
— de potassium	$C^7H^5O^2K + aq$	aq. à 100	ts.	s.	
— de sodium	$C^7H^5O^2Na$		s.	ps.	
Butyrate de calcium	$(C^4H^7O^2)^2Ca + n\,aq$	n aq. avant 140	18	ps.	
Citrate d'ammonium	$C^6H^6O^7(AzH^4)^2$		s.	s.	
— de calcium	$(C^6H^5O^7)^2Ca^3 + 2aq$	2aq. à 200	ps.	i.	
— de fer (proto-)			ts.	i.	
— — (per-)	$(C^6H^5O^7)^2Fe^2 + 6aq$	3 aq. à 130; 3 à 150	ts.	i.	
— — ammon			ts.	i.	
— de magnésium	$(C^6H^5O^7)^2Mg^3 + 14aq.$	14 aq. à 210	ts.	i.	
— de potassium	$C^6H^5O^7K^3 + aq$	aq. à 200	ts.	i.	
— de sodium	$(C^6H^5O^7Na^3)^2 + 11aq$	7aq. à 100; 4 à 200	40	ps.	
Éthylsulfate de baryum	$(C^2H^5SO^4)^2Ba + 2aq$	2aq. d. vide.	1 : bts.	s.	i.
— de calcium	$(C^2H^5SO^4)^2Ca + 2aq$	aq. à 80	1; bts.	s; bts.	i.
— de plomb	$(C^2H^5SO^4)^2Pb + 2aq$	2aq. d. vide.	ts.	ts.	i.
— de potassium	$C^2H^5SO^4K$		125; bts.	tps.	i.
— de sodium	$C^2H^5SO^4Na + aq$	aq. d. vide.	160	s; bts.	i.
Formiate d'ammonium	$CHO^2.AzH^4$		ts.	ps.	i.
— de calcium	$(CHO^2)^2Ca$		10	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Formiate de potassium	$(CHO^2)^2Pb$(qq f. + aq)	aq. à 100	2,7	i.	i.
— de potassium	CHO^2K		ts.	ps.	tps.
— de sodium	CHO^2Na(qq f. + aq)	effl.	50	ps.	i.
Lactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 5aq$	5aq. d. vide.	14; bts.	0,2; b 90	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + 2aq$	2aq. d. vide.	15; b 45.	1; b 4	i.
— de fer (proto-)	$(C^3H^5O^3)^2Fe + 3aq$	3aq. d. vide.	2; b 8	i; bps.	
— de sodium	$C^3H^5O^3Na$		ts.	ts.	i.
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 3aq$	3aq. à 160	2; b 15	i.	
Paralactate de calcium	$(C^3H^5O^3)^2Ca + 4aq$	4aq. à 100	9; bts.	bts.	i.
— de cuivre	$(C^3H^5O^3)^2Cu + aq$	aq. d. vide.	2; b 80	ts.	
— de zinc	$(C^3H^5O^3)^2Zn + 2aq$	2 aq. 120	18; b 40	45; bts.	i.
Malate de calcium	$(C^4H^4O^5)Ca + 2aq$	aq 100; aq 180	ts.		
Oléate de calcium				s.	s.
— de plomb		fond à 80°			s.
— de potassium	$C^{18}H^{33}O^2K$		25	2; b 1	b 3
Oxalate d'ammonium	$C^2O^4(AzH^4)^2 + aq$	eff.	33	i.	i.
— de baryum	$C^2O^4Ba + aq$	aq. à 150	0,04	i.	i.
— de calcium	$C^2O^4Ca + aq$ et 3aq	naq. à 150	i.	i.	i.
— de fer (proto-)	$C^2O^4Fe + 2aq$	aq. à 160	0,05b0,03	i.	i.
— de potassium	$C^2O^4K^2 + aq$	aq. à 160	33	i.	i.
— de — (bi-)	$C^2O^4KH + aq$		2,5; b 17	b 3	i.
— de — (tétra-)	$C^2O^4KH + C^2O^4H^2 + 2aq$	2aq. à 128	5		
— de sodium	$C^2O^4Na^2$		3,5; b 7		
Palmitate de potassium	$C^{16}H^{31}O^2K$		p.s; ex.déc.	s; bts.	i.
— de sodium			déc.	ps; b 5	
Picrate d'ammonium	$C^6H^2Az^3O^7AzH^4$		s.	ps.	
— de baryum	$(C^6H^2Az^3O^7)^2Ba + 5aq$	5aq. vers 100	ts.		
— de potassium	$C^6H^2Az^3O^7K$		0,4; b 7	i.	

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p.		
			Eau.	Alcool.	Éther.
Stéarate de plomb	$(C^{18}H^{35}O^2)^2Pb$.		i.	ps.	ps.
— de potassium	$C^{18}H^{35}O^2K$		b4	ps; b 15	i.
— de sodium	$C^{18}H^{35}O^2Na$		tps.	0,2; b 5	i.
Succinate d'ammonium	$C^4H^4O^4(AzH^4)^2$		ts.	ts.	
— de calcium	$C^4H^4O^4Ca + 3aq$	3aq. à 150	ps.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^4Pb$ (à 100^0)		tps.	i.	
— de potassium	$C^4H^4O^4K^2 + 2aq$	2aq. à 100	ts.	s.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^4Na^2 + 6aq$	6aq. à 100	s; bts.	s.	i.
Tartrate d'ammonium (bi-)	$C^4H^5O^6AzH^4$		2; bts.		
— antim. pot. (émétique).	$C^4H^4O^6K(SbO) + {}^1/_2aq$	${}^1/_2$aq. à 100	7; b 53	i.	
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	3aq. à 150	0,08; b 0,28	i.	i.
— de — (bi-)	$(C^4H^5O^6)^2Ca$		0,7; bs	i.	
— de fer (per-)			s.	i.	
— — et potassium			s.	i.	
— de plomb	$C^4H^4O^6Pb$		i.		
— de potassium	$(C^4H^4O^6K^2)^2+aq$	aq. à 180	150	b 0,4	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,48; b 7	i.	i.
— — et sodium.	$C^4H^4O^6NaK + 4aq$	3aq 100 aq 195	50 env.	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2 + 2aq$	2aq. à 200	30 env.; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6Na + aq$	aq. à 108	10; b 55	i.	i.
Paratartrate d'ammonium (bi-).	$C^4H^5O^6(AzH^4)$		1; bts.	i.	i.
— de calcium	$C^4H^4O^6Ca + 4aq$	4aq. à 200	i.	i.	i.
— de potassium	$C^4H^4O^6K^2 + 2aq$	2aq. à 100	100; bts.	i.	i.
— — (bi-)	$C^4H^5O^6K$		0,5; b 7	i.	i.
— de sodium	$C^4H^4O^6Na^2$		38	i.	i.
Urate d'ammonium (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3(AzH^4)$		0,06; bs.	i.	i.
— de potassium	$C^5H^2Az^4O^3K^2$		2,5; b 3	ps.	i.
— — (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3K$		0,13; b 1,3	i.	i.

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Ether.
Urate de sodium	$C^5H^2Az^4O^3Na^2 + aq$	aq. à 140°	1,6	p3.	i.
— — (bi-)	$C^5H^3Az^4O^3Na + \frac{1}{2}aq$	$^1/_2$ aq. à 170	0,08 ; b 0,8	i.	i.
Valérate d'ammonium	$C^5H^9O^2(AzH^4)$		ts.	ts.	
— de potassium	$C^5H^9O^2K$	déliq.	ts.	28	
— de sodium	$C^5H^9O^2Na$	déliq.	ts.	ts.	
— de zinc	$(C^5H^9O^2)^2Zn$		2 ; b 2,5	6	0,2; b 5

(157) *Amines volatiles et Amides.*

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Points de Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Formiamide	$CHO.AzH^2$	liq.	192	s.	s.	i.
Acétamide	CH^3COAzH^2	78	222	ts.	ts.	ts.
Oxamide	$(COAzH^2)^2$		déc.	0,01 ; bps.	i.	i.
Diéthyloxamide	$[COAzH(C^2H^5)]^2$		déc.	s.	s.	
Diéthyloxamate d'éthyle.	$COAz(C^2H^5)^2CO^2C^2H^5$	liq.	260			
Oxaméthane	$COAzH^2—CO.OC^2H^5$	110	220	s.	ps ; bts	
Urée	$CO(AzH^2)^2$	132	déc.	100 ; bts.	20 ; b100	i.
Éthylurée	$CO.AzH^2.AzHC^2H^5$	92	déc.	s.	s.	
Diéthylurée	$CO.AzH^2.Az(C^2H^5)^2$	112,5	263	s.	s.	s.
Uréthane	$COAzH^2.OC^2H^5$	49	180	s.	s.	s.
Biuret	$(COAzH^2)^2AzH$	190	déc.	s.	ts.	
Allophanate d'éthyle	$C^4H^8Az^2O^3$	190	sub.	i ; bts.	ps.	bps.
Acétylurée	$COAzH^2.AzHC^2H^3O$	vers 200	déc.	ts.	1 ; b 10	i.
Glycocolle	$CH^2AzH^2—CO^2H$	vers 170	déc.	23	0,1	i.
Sarcosine	$CO^2H—CH^2AzHCH^3$	100 déc.		s	tps.	i.
Alanine	$CH^3.CHAzH^2.CO^2H$	subl. 200	déc.	21,7 ; bts.	0,2	i.

Amides.	Formules.	Points de Fusion.	Points de Ébullition.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Éther.
Leucine	$C^6H^{13}AzO^2$	170°	déc.	3,7; bts.	0,1	i.
Acide cyanurique	$(CO.AzH)^3$		dissocié	2,5; bts.	i; bs.	
Cyanurate d'éthyle	$(CO.AzC^2H^5)^3$	95	253	i; bps.	s.	s.
Cyanamide	$C(AzH)^2$	40	polyméris.	s.	s.	s.
Guanidine	$C.AzH.(AzH^2)^2$			s.	s.	
Créatine	$C^4H^9Az^3O^2 + H^2O$	déc.		1,3; bs.	0,011	i.
— $ZnCl^2$	$(C^4H^9Az^3O^2)^2ZnCl^2$	déc.		ps; bdec.	i.	i.
Créatinine	$C^4H^7Az^3O$	déc.		9; bts.	1; bs.	
— $ZnCl^2$	$(C^4H^7Az^3O)^2ZnCl^2$	déc.		1,8; b3,6	0,2	i.
Alloxane	$C^4H^2Az^2O^4$	déc.		ts.	s.	
Acide dialurique	$C^4H^4Az^2O^4$	déc.		ps.		
Acide barbiturique	$C^4H^4Az^2O^3$	déc.		ps; bts.		
Allantoïne	$C^4H^6Az^4O^3$	déc.		0 6; b 3,3	s.	i.
Hydantoïne	$C^3H^4Az^2O^2$	206		s; bts.		
Acide urique	$C^5H^4Az^4O^3$	déc.		0,007; b0,06	i.	i.
Xanthine	$C^5H^4Az^4O^2$	déc.		bps.	i.	i.
Guanine	$C^5H^5Az^5O$	déc. 250°		i.	i.	i.
Hypoxanthine	$C^5H^4Az^4O$	déc.		0,33; b1,3	0,1	
Taurine	$C^2H^7AzSO^3$	déc.		6; bts.	i.	i.
Asparagine	$C^4H^8Az^2O^3 + H^2O$	déc.		1,8; b 23	i; b0,14	i.
Acide aspartique	$C^4H^7AzO^4$	déc.		0,4; b 5,4	i.	
Méthylamine	$AzH^2.CH^3$	gaz	— 3	ts.	ts.	ts.
Triméthylamine	$Az(CH^3)^3$	liq.	9,3	ts.	∞	∞
Éthylamine	$AzH^2.C^2H^5$	liq.	18,7	∞	∞	∞
Amylamine	$AzH^2.C^5H^{11}$	liq.	95	∞	∞	∞
Coniéine	$C^8H^{15}Az$	liq.	163,5	1	ts.	ts.
Nicotine	$C^{10}H^{14}Az^2$	liq.	250	ts.	ts.	ts.

(158) *Alcaloïdes naturels.*

Alcaloïdes.	Formules.	Points de Fusion.	Solubilité dans 100 p.						
			Eau.	Alcool.	Huile d'olives	Éther.	Chloroforme.	Pétrole.	Benzine.
		0							
Aconitine....	$C^{30}H^{47}AzO^{7}$	120	0,02; b 0,3	22	2,6	50	40	i.	ps.
Atropine	$C^{17}H^{23}AzO^{3}$	90	0,3; b 2	40; bts.	3	3; b 15	30	i.	3
Brucine	$C^{23}H^{26}Az^{2}O^{4}$ + 4aq.		0,32; b 0,7	ts.	1,7	i.	56,7	ps.	1,7
Caféine	$C^{8}H^{10}Az^{4}O^{2}$		1; b 10	1; b 5		0,2	11	i.	s.
Cantharidine	$C^{10}H^{12}O^{4}$	210	i.	0,12; b 2,2		3	1,20		0,5
Cinchonidine	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	206,5	0,04; b 0,07	8,5		1,3			
Cinchonine..	$C^{20}H^{24}Az^{2}O$	240	0,02; b 0,4	0,7; b 2	1	0,3	4,3		bs.
Codéine.....	$C^{18}H^{21}AzO^{3}$ + aq.	100	1,3; b 5,9	ts.		s.		i.	ts.
Digitaline ...	$nC^{5}H^{8}O^{3}$		i.	8; b 17		i.	tp.		i.
Émétine.....	$C^{20}H^{30}Az^{2}O^{3}$		ps.	s.		i.	s.	s.	s.
Esérine	$C^{15}H^{21}Az^{3}O^{2}$		ps.	s.		s.	s.	i.	s.
Morphine....	$C^{17}H^{19}AzO^{3}$ + aq.		0,1; b 0,2	2; b 4	i.	s.	0,6		i.
Narcéine	$C^{23}H^{29}AzO^{9}$	145,2	0,1; b 0,4	0,1; bs.		i.			i.
Narcotine ...	$C^{22}H^{23}AzO^{7}$	176	0,06; b 0,15	1; b 4	1,25	1; b 2,5	34		5
Papavérine..	$C^{20}H^{21}AzO^{4}$	147	i.	ps; bs.		ps.		i; b s.	2,7
Pipérine	$C^{17}H^{19}AzO^{3}$		i; bps.	3; b 100		1	s.	s.	s
Quinidine ...	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2}$ + 2aq.	168	0,05	5		3	ps.		ps.
Quinine.....	$C^{20}H^{24}Az^{2}O^{2}$ + 3aq.	120	0,2; b. 0,5	15; b 50	4,2	2	17,5	s.	s.
Santonine...	$C^{15}H^{18}O^{3}$	169	0,02; b. 0,4	12; b 35		1,4; b 2,5	23		
Solanine ...	$C^{45}H^{69}AzO^{16}$	235	i; b. 0,013	0,2; b 0,8	ps.	0,03			i.
Strychnine .:	$C^{21}H^{20}Az^{2}O^{2}$		0,02; b. 0,04	0,8; b 10	1	i.	14		0,6
Thébaïne....	$C^{19}H^{21}AzO^{3}$.	193	i.	10		ts.			5,27
Théobromine	$C^{7}H^{8}Az^{4}O^{2}$.		0,1	0,07; b 2		0,06; b 0,2		i.	i.
Vératrine....	$C^{32}H^{52}Az^{2}O^{8}$	115	i; b. 0,1	ts.	1,7	15	58,5		s.

(159) *Sels des alcaloïdes.*

Sels.	Formules.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Solubilité dans 100 p. Alcool.
Aconitine, chlorhydrate.....	$C^{30}H^{47}AzO^7.2HCl + aq.$		s.	
Atropine, sulfate.....	$(C^{17}H^{23}AzO^3)^2H^2SO^4$		s.	
— valérate....	$C^{17}H^{23}AzO^3.C^5H^{10}O^2 + aq.$	aq. à 100	s.	s.
Brucine, sulfate.....	$(C^{23}H^{26}Az^2O^4)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7 aq. à 130	s.	ps.
Cinchonine, chlorhydrate basique.	$C^{20}H^{24}Az^2O.HCl + 2aq.$	aq. à 100	4,1	76,9
— sulfate basique.....	$(C^{20}H^{24}Az^2O)^2H^2SO^4 + 2aq.$	2aq. à 100	1,5; b. 7	15; b. 60
Codéine, chlorhydrate.....	$C^{18}H^{21}AzO^3.HCl + 2aq.$	2aq. à 120	5; b. 100	
Conicine —	$C^8H^{15}Az.HCl$		ts.	s.
Morphine, acétate.....			4; bs.	ps.
— chlorhydrate.....	$C^{17}H^{19}AzO^3.HCl + 3aq.$	3aq. à 130	5; b. 100	2; b. 10
— sulfate..... ..	$(C^{17}H^{19}AzO^3)^2H^2SO^4 + 5aq.$	5aq. à 130	50	s.
Narcotine, chlorhydrate.....	$C^{22}H^{23}AzO^7.HCl$		s.	
Quinine, arséniate			s.	
— azotate	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HAzO^3 + \frac{1}{2}$ aq.	$\frac{1}{2}$aq. à 100	s.	
— chlorhydrate....	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl + aq.$		4; bts.	
— chloroplatinate.....	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2.HCl)^2PtCl^4 + 2aq.$	2 aq. à 140	0,07; b. 0,8	1; b. 0,05
— citrate.....	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2C^6H^8O^7 + 5aq.$	5aq. à 100	0,1; b. 3	2; b. 30
— ferrocyanure.....	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2H^4FeCy^6 + 4aq.$		ps; bs.	
— hypophosphite.....	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.PH^3O^2$		2; bs.	
— lactate			s.	
— sulfate acide.....	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.H^2SO^4 + 7\frac{1}{2}aq.$	$7\frac{1}{2}$aqd. air sec	9; bts.	bts.
— — neutre.....	$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2.H^2SO^4 + 7aq.$	7aqd. air sec	0,15; b. 3	1; b. 15
— valérianate.....	$C^{20}H^{24}Az^2O^2.C^5H^{10}O^2 + 12aq.$	12aq. à 90	1; b. 2,5	15; b. 100
Strychnine, azotate.....	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HAzO^3$		2; b. 50	2; b. 50
— chlorhydrate.....	$C^{21}H^{20}Az^2O^2.HCl + aq.$	aq. à 120	2	
— sulfate.....	$(C^{21}H^{20}Az^2O^2)^2H^2SO^4 + 7aq.$	7aq. à 135	2	

(160) *Sucres.*

Sucres.	Eau de crist.	Perte d'eau à t^0.	Solubilité dans 100 p. Eau.	Alcool.	Ether.	P. de fusion
			Sucres alcools $C^6H^{14}O^6$.			
Mannite.....			16; bts.	0,06; bs.	i.	165
Dulcite.....			4; bts.	i.	i.	182
Sorbite	½ aq.		s.	s.		110
			Sucres de la formule $C^6H^{12}O^6$.			
			(Sucres réduisant la liqueur de Fehling.)			
Glucose....	1 aq.	aq.à 90°	81; b.ext.s.	2; b 20	i.	+aq.82
Lévulose....			ts.	ps.	i.	
Sorbine.. ..			200	bps.		
			(Ne réduisant pas cette liqueur.)			
Inosite.....	2 aq.	2aq.à 100	15; bts	i.	i.	225
Dambose....			ts.	i.		212
			Sucres de la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$.			
Saccharose..			300; bts.	i; b. 2	i.	160
Lactose.....	1 aq.	aq. à 140	20; b 40	i	i.	
Maltose.....	1 aq.	aq.à 100°	ts.	s.		
			Sucres de la formule $C^6H^{12}O^5$.			
Quercite.....			10; bts.	bps.	i.	223
Pinite.....			ts.	i; bps.	i.	150
			Glucosides.			
Amygdaline $C^{20}H^{27}AzO^{11}$	3 aq.	3aq.à 120	8; bts.	0,1; b9	i.	200
Salicine $C^{13}H^{18}O^7$...			7; bts.	ps.	i.	120
Coniférine $C^{16}H^{22}O^8$..	2 aq.	2 aq. 100	0,5; bs.	i.	i.	185
Populine $C^{20}H^{22}O^8$..	2 aq.	2aq.à 100	0,05; b1,3	1; bs.	ps.	180
			Matières amylacées $C^6H^{10}O^5$.			
Dextrines....			s.	i.	i.	
Gomme arabique.....	½ aq.	½aq.à 120	s	i.	i.	
Amidon.....			i. se gonfle	i.	i.	

(161) *Chimie biologique.*

Cholestérine.....	Alcool $C^{27}H^{44}O$, fus. 145°, i. eau; s. 1p. alcool froid; ts. alcool bouillant, éther. benzine, $CHCl^3$.
Bilirubine.....	$C^{16}H^{18}Az^2O^3$, ps. eau, alcool, éther; ts. chloroforme, benzine, CS^2 bouillant. alcalis.
Biliverdine.....	$C^{16}H^{20}Az^2O^5$, i. eau, éther, $CHCl^3$; s. alcalis et carbonates alc., acide acétique glacial.
Acide glycocholique	$C^{26}H^{45}AzO^5$, ps. eau froide et éther; ts. eau bouillante et alcool; déc. en glycocolle et acide cholalique; pr. par acétate de plomb.
Ac. taurocholique.	$C^{26}H^{45}AzSO^7$, s. eau et alcool; i. éther; déc. en taurine et acide cholalique; pr. par sous-acétate de plomb.
Acide cholalique.	$C^{24}H^{40}O^5$ + aq. crist. dans l'éther ou 2 ½ aq. crist. dans l'alcool; ps. eau.
Chondrine.....	S. eau bouillante, coagulée à froid; pr. par alcool et ensuite sol. eau; pr. acides et sels, sol. dans excès.
Gélatine.....	Comme chondrine; pr. par tannin.
Albumine.....	Sol. eau, coagulée à 72° et ensuite insol.; pr. par alcool et acides minéraux sauf PO^4H^3, puis insol. dans eau; rien avec ac. acétique; solut. pr. par éther.
Sérine.....	Comme albumine; la solut. ne pr. pas par éther.
Paraglobuline....	Solut. pr. par CO^2, acides et métaglobuline; sol. alcalis étendus et NaCl.
Métaglobuline.....	Solut. pr. par CO^2, acides, alcool éthéré, sels, et paraglobuline.
Fibrine.....	I. eau. sol. $KAzO^3$; décompose eau oxygénée.
Myosine.....	Coagulée par eau froide, alcool, sels concentrés; HCl la transforme en syntonine.
Syntonine.....	I. eau, sol. acides organiques, HCl et alcalis étendus.
Caséine.....	Non coagulée par chal.; pr. par alcool, acides, sels et pepsine; sol. excès acides organiques.
Hémoglobine.....	0,43 % Fe; cristallisé; spectre d'absorption; solut. décomp. par chal. et acides, pr. par alcool.
Hématine.....	$C^{96}H^{102}Fe^3Az^{12}O^{18}$ i. eau, alcool, éther, $CHCl^3$, ac. étendus; sol. acide acétique glacial, alcool acidulé et alcalis.
Pepsine.....	Sol. eau et glycérine; i. alcool. Digère fibrine.
Mat. albuminoïdes.	$C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22}$; solut. pr. par tannin, ferrocyanure, chlorure mercurique, acétate et sous-acétate de plomb; col. rouge avec réactif de Millon.

(Voy. aussi table **157**, et *tyrosine*, table **155**.)

(162) *Note pour l'usage des tables* **151** *à* **160.**

Ces tables comprennent presque tous les sels, alcools, éthers, acides, etc., employés dans l'industrie ou la pratique courante du laboratoire. Les documents qu'elles renferment se rapportent aux corps tels qu'on les trouve habituellement dans le commerce; les sels de la chimie minérale sont indiqués avec leur eau de cristallisation. Dans la partie qui a trait à la chimie organique, nous avons eu soin de spécifier les isoméries, telles qu'on les admet dans l'état actuel de la science et, spécialement pour la série aromatique, nous avons adopté la classification en trois séries, *ortho*, *méta* et *para*. Les abréviations employées se comprennent facilement. Dans la table **156**, la colonne indiquant la perte d'eau des sels par la chaleur est disposée ainsi : soit le tartrate de potassium et sodium, $C^4H^4O^6KNa + 4aq$; en regard on trouve 3aq.100 aq.135; cela veut dire que sur 4aq, il en perd 3 à 100° et le reste à 135°. Pour ce qui regarde la solubilité, le signe *b* placé devant un chiffre ou un signe tel que *s.* ou *ts.* indique la solubilité dans le dissolvant bouillant; ainsi : urate de potassium 2,5; b 3, signifie que vers 15°, 100 parties d'eau dissolvent 2,5 p. d'urate de potassium; et à l'ébullition 3 p. Les signes *p*, *m*, *o* placés dans la table **155** devant les formules ou les noms des corps, indiquent l'isomérie dans la série **para, méta ou ortho**, d'après la théorie de **M. Kekulé. Les** densités se rapportant à 0°, à moins d'indication spéciale.

Section VIII. — Solubilités.

(163) *Solubilité de l'air dans l'eau.*

1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à 1°.C. dissout		1 volume d'eau sous une pression de 0m,76 de mercure à 1°.C. dissout	
Température.	Volume.	Température.	Volume.
0	0,02471	11	0,01916
1	0,02406	12	0,01882
2	0,02345	13	0,01851
3	0,02287	14	0,01822
4	0,02237	15	0,01795
5	0,02179	16	0.01771
6	0,02128	17	0,01750
7	0.02080	18	0,01732
8	0.02034	19	0,01717
9	0,01992	20	0,01704
10	0,01953		

(164) *Brome.*

100 parties d'eau dissolvent					
Température.	Brome.	Température.	Brome.	Température.	Brome.
0		0		0	
5	3,600	15	3,226	25	3,167
10	3,327	20	3,208	30	3,126

(165) *Solubilité du soufre dans les huiles de houille.*

Température.	Benzine bouillant de 80 à 100° D = 0.87	Benzine bouillant de 85 à 110° D. = 0,88	Benzine bouillant de 120 à 200° D. = 0,882	Benzine bouillant de 150 à 200° D. = 0.885	Huile lourde bouillant de 210 à 300° D. = 1,01	Huile lourde bouillant de 220 à 300° D. = 1,02
0						
15	2,1	2,5	2,5	2,6	6	7
30	3,0	4,0	5,3	5,8	8,5	8,5
50	5,2	6,1	8,3	8,7	10,0	12,0
80	11,8	13,7	15,2	21,0	37,0	41,0
100	15,5	18,3	23,0	26,4	52,5	54,0
110		23,0	26,2	31,0	105,0	115,0
120		27,0	32,0	38,0		
130			38,7	43,8		

		Temp.	100 parties de sulfure de carbone dissolvent	Température.
100 p. de benzine en dissolvent	0,965 à	+ 26°	16,54	— 11°
	4,377	+ 71	18,75	— 6
— toluène —	1,479	+ 23	23,99	zéro
— éther —	0,972	+ 23,5	41,65	+ 15
— chloroforme —	1,205	+ 22	46,05	+ 22
— phénol —	16,35	+ 174	94,57	+ 38
— aniline —	85,96	+ 130	146,21	+ 48,5
			181,34	+ 55

(166) *Acide bromhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 600 vol. environ, sous la pression 0,76.

(167) *Acide iodhydrique.*

1 vol. d'eau dissout à 10°, 425 vol. environ, sous la pression 0,76.

(168) *Chlore.*

1 litre d'eau absorbe					
Température.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Température.	Litres réduits à zéro et 0,76.	Température.	Litres réduits à zéro et 0,76.
0		0		0	
0	1,43	8	3,04	50	1,19
3	1,52	10	3,00	10	0,71
6,5	2,08	17	2,37	100	0,15
7	2,17	35	1,61		

(169) *Acide chlorhydrique.*

1 gramme d'eau absorbe					
Température.	La pression étant 0,76.	Température.	La pression étant 0,76.	Température.	La pression étant 0,76.
0	gr	0	gr	0	gr
0	0,825	20	0,721	50	0,596
10	0,772	30	0,673	60	0,561
15	0,747	40	0,633		

(170) *Tables des solubilités dans l'eau.*

Les tables donnent le nombre de parties de différents composés qui se dissolvent dans 100 p. d'eau (*voir* § **151** *et suiv. pour leurs formules*).

t.	Acide benzoïq.	Acide borique crist.	Acide borique anhyd.	Acide oxaliq.	Acide succin.	Acide racémiq. crist.	Acide tartrique	Alun ammon crist.
0		1,9	1,1	5,2	3	9,2	115	5,2
10	0.21	2,9	1,6	8,0	5	14,0	126	9,2
20		4,0	2,3	13,9		21,6	139	13,7
30	0,42			23,0		29,1	156	19,3
40	0,55	7,0	3,9	35,0	15	43,3	176	27,3
50				51,2	22	59,5	195	36,5
60	1,2	11,0	6,1	75,0		78,3	217	51,3
70	1,8			118		99,9	244	72,0
80		16,8	9,5	205	63	125	273	103
90				345		153	307	188
100	5,9	29	16	fond	121	185	343	422

t.	Alun ammon. annydre.	Alun de potasse crist.	Alun de potasse anhydre	Baryte crist.	Borax crist.	Bromate de potass.	Bromate de sodium.	Bromure de calcium.
0	2.6	3.9	2,1		2,8	3,1	28	125
10	4,5	9,5	5,0	4,7	4,6			
20	6,6	15,1	7,7	7.4	7.9	7,0	38	143
30	9,0	22,0	10,9		11.9			
40	12.3	30,9	14,9	16,5	17,9		50	213
50	15,9	44,1	20,1		27,4			
60	21,1	66,6	26,7	48	40,4	24	63	278
70	26,9	90,7	35,1		57,8			
80	35,2	134	45,7		76.2		76	
90	50,3	209	58,7		116,7			
100	70,8	357	74,5		201.4	50	91	310

t.	Bromure de potassium.	Bromure de sodium anhydr.	Carbonate de potass. anhydre	Carbonate (bi-) de potass.	Carbonate de sodium crist.	Carbonate de sodium anhydr.	Carbonate (bi-) de sodium.	Chlorate de baryum crist.
0	53,5	77,5	83		21	7	9	24,5
10			89	23	41	17	10	
20	64,6	88,5	94	27	93	26	11	40
30			100		274	36	12	
40	74,6	104	106				13	
50			113				14,5	
60	84,7	111	119	42			15,6	86
70			127				16,7	
80	93,5	113	134				déc.	
90			143					
100	102	115	154					145

t.	Chlorate de potassium.	Chlorate de sodium.	Chlorure d'ammonium	Chlorure de baryum anhyd.	Chlor. de cadm. anhydr.	Chlorure de calcium anhydre.	Chlorure de potassium.	Chlorure (bi-) de mercure.
0	3,3	82	28	31		50	28,5	5,7
10			33	33		60	32	6,6
20	7,2	99	37	36	93	74	35	7,4
30			42	38			37	8,4
40	14.4	122	46	41	100	110	40	9,6
50	19,5		51	44			43	11,3
60		147	55	46	108	129	45	13,7
70	32		59	49			48	17,3
80	39	176	64	52	116	142	51	24
90			68	56			54	37
100	56	204	73	59	134	156	57	54

t.	Chlorure de sodium.	Chlorure de stront. anhydre.	Chromate de potassium jaune.	Chromate de potassium rouge.	Émétique.	Hyposulfite de sodium anhydr.	Iodate de potassium.	Iodate de sodium.
0	35,5	44	59	4,6		49	47	2,5
10	35,7	48	61	7.4	5			
20	36,0	54	63	12,4	8	69	81	9,1
30	36 3	60	65	18.4	12			
40	36,6	67	67	26		104		14,4
50	37,0	74	69	35	18			
60	37,2	83	71	45		192	185	21
70	37.9	90	73	57	28			
80	38.2	92	75	69				28
90	38,9	96	77	81	35			
100	39.6	102	79	94			320	33

t.	Iodure de cadmium	Iodure de calcium	Iodure de potassium.	Iodure de sodium anhydr.	Nitrate d'arg.	Nitrate de baryum.	Nitrate de plomb.	Nitrate de potass.
0		194	128	159	124	5 2	39	13
10			136			7,0	48	22
20	141	204	144	178	230	9,2	56	31
30			152			11,6	65	44
40	139	230	160	208	390	14,2	75	64
50			168			17	85	86
60	139		176	256	540	20		111
70			184			24	105	139
80	143		192	300	680	27		172
90			201			30		206
100	149	430	209	314	940	32	139	247

t.	Nitrate de sodium.	Nitrate de strontium.	Oxalate (bi-) de potass. anhydre.	Phosphate de sodium. bibasiq. anhydr.	Phosphate de sodium. tribas. anhydr.	Phosphate de sodium. Pyro.	Strontiane hydratée.	Sulfate d'alum. crist.
0	71	30	2,2		1,5		0,9	87
10	78	55	3,1	4	4.1	6,8		95
20	88	71	5,2	9	11	11	1,8	107
30	98	87	7.5		20			
40	109	91	10,5		31			168
50	120	93	15		43		5,8	
60	131	94	20	92	55	44		
70	142	95	27		69		12	348
80	154	97	35		81			
90	165	99	43		95			
100	178	101	51	99	108	93	100	1140

t.	Sulfate d'ammonium.	Sulfate de calcium. crist.	Sulfate de cobalt. anhydre.	Sulfate de cuivre anhydre.	Sulfate de cuivre cristall.	Sulfate ferreux. crist.	Sulfate de magnés. anhydre.
0	71	0,190	24,2	18			27
10	73,6		30,5	21	36,9	61	31
20	76	0,206	36,4	23	42,3	85	36
30	79		42	27			41
40	82	0,214	49	30	56,9		46
50	84		55	34			50
60	87	0,208	60	39		264	55
70	89		66	45			60
80	92	0,195		53	118		64
90	95			64		370	69
100	98	0,174		75	203	330	74

t.	Sulfate de nickel. anhydre.	Sulfate de potassium.	Sulfate de zinc crist.	Sulfate de zinc anhydre.	Sulfite de sodium. anhydre.	Tartrate (bi-) de potass.
0	29	8,5	115	43	14	0,32
10	35	9,7	138	48		0,40
20	40	10,9	161	53	28	0,57
30	45	12,3	191	58		0,90
40	49	14,0	224	63	49	1,3
50	52	15,8	264	69		1,8
60	57	17,8	313	74		2,4
70	62	19,8	369	79		3,2
80		21,8	443	85		4,5
90		23,9	533	90		5,7
100		26,2	654	95		6,9

(171) *Solubilité de quelques sulfates dans 100 parties d'acide sulfurique.*

(α ordinaire, β fumant.)

	α	β		α	β
Sulfate de calcium	2,03	10,17	Sulf. de strontium	5,68	9,77
— de baryum	5,69	15,89	— de plomb...	0,13	4,19

(172) *Solubilité des trois modifications de sulfate de sodium.*
(LŒWEL.)

Température.	Sel anhydre cristallisé. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation : Sel anhydre SO^4Na^2.	Cristaux à $10H^2O$ 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Sel cristallisé à $7H^2O$. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
		Sel anhydre.	Sel à $10H^2O$.	Sel anhydre.	Sel à $7H^2O$.
0°					
0	»	5,02	12,16	19,62	44,84
10	»	9,00	23,04	30,49	78,90
15	»	13,20	35,96	37,43	105,79
20	52,76	19,40	58,35	44,73	140,01
25	51,53	28,00	98,48	52,94	188,46
26	51,31	30,00	109,81	54,97	202,61
30	50,37	40,00	184,09		
34	49,53	55,00	412,22		
40,15	48,78				
50,40	41,82				
59,79	45,41				
70,61	44,35				
84,42	42,96				
103,17	42,65				

(173) *Solubilité de quelques chlorures dans l'alcool.*

Chlorure de potassium.		Chlorure de magnésium.		Bichlorure de mercure.		Chlorure de strontium.	
Degré de l'alcool.	KCl % sol.	Degré de l'alcool.	$MgCl^2$ dans 100 p. alcool à 15°.	Degré de l'alcool.	$HgCl^2$ sol. dans 100 p. alcool à 10°.	Degré de l'alcool.	$SrCl^2$, 6 aq. sol. dans 100 p. alcool.
0	24,6	66	21,25	95	39	7	49,8
10	19,8	86	23,71	93	34	11	47,0
20	14,7	90	36,25	88	28	13	39,6
30	10,7	95	50,0	80	24	29	35,9
40	7,7			60	11	40	30,4
50	6,0			33	7	48	26,8
60	2,8					63	19,2
80	0,45					86	4,9
						91	3,2

(174) *Nitrates dans l'acide nitrique.*

100 p. d'acide nitrique à 42° Baumé dissolvent					
à 20°	26,3 p.	AzO^3K	ou	35,1	AzO^3Na
à 123°	100 p.	»		25	»

(175) *Solubilité du sulfate de strontium dans quelques solutions salines.*

	Solution de NaCl à °/₀.			Solution de KCl à °/₀.		
	22,17	15,54	8,44	18,08	12,54	8,22
SO^4Sr dissous...	0,1811	0,2186	0,1658	0,2513	0,1933	0,1925
	Solution de $MgCl^2$ à °/₀.			**Solution de $CaCl^2$ à °/₀.**		
	13,63	4,03	1,59	33,70	16,51	8,67
SO^4Sr dissous...	0,2419	0,2057	0,1986	0,1706	0,1853	0,1756

(176) *Solubilité du sucre dans l'eau pure, de* 0 *à* 50°.

Température.	Sucre dissous °/₀.	Température.	Sucre dissous °/₀.	Température.	Sucre dissous °/₀.
0	65,0	20	67,0	40	75,8
5	65,2	25	68,2	45	79,2
10	65,6	30	69,8	50	82,7
15	66.1	35	72,4		

(177) *Solubilité du sucre dans des mélanges d'eau et d'alcool.*

Richesse du dissolvant en alcool	à 0°		à 14°		à 40°
	Densites à 17°,5.	Sucre dans 100 cc.	Densités à 17°.	Sucre dans 100 cc.	Sucre dans 100 cc.
		gr		gr	
0	1,3248	85,8	1,3258	87,5	105,2
10	1,2991	80,7	1,3000	81,5	95,4
20	1,2360	74,2	1,2662	74,5	90,0
30	1,2293	65,5	1,2327	67,9	82,2
40	1,1823	56,7	1,1848	58,0	74,9
50	1,1294	45,9	1,1305	47,1	63,4
60	1,0500	32,9	1,0582	33,9	49,9
70	0,9721	18,2	0,9746	18.8	31,4
80	0,8931	6,4	0,8953	6,6	13,3
90	0,8369	0,7	0,8376	0,9	2,3
97,4	0,8062	0,08	0,8082	0,36	0,5

CHAPITRE III.

Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.

Section I. — Eaux.

(178). *Essai hydrotimétrique.*

Les solutions nécessaires sont :

a. Solution de $0^{gr},25$ chlorure de calcium fondu pur dans 1 litre d'eau distillée, ou de $0^{gr},55$ chlorure de baryum cristallisé, $BaCl^2 + 2aq$.

b. Solution de 50 grammes savon blanc de Marseille dans 800 grammes d'alcool à 90^0. On filtre et on ajoute 500 grammes eau distillée.

c. Solution d'oxalate d'ammonium à $^1/_{60}$.

La burette est graduée de telle façon que $2^{cc}4 = 23$ divisions. Le degré 0 de la graduation est placé à la seconde division, le volume ainsi réservé contenant la quantité de liqueur nécessaire pour faire mousser 40 cc. d'eau distillée; les 22 divisions suivantes correspondent par conséquent à 0,01 de chlorure de calcium dissous dans l'eau distillée. Ce qui fait que 1 degré de savon = 0,00045 de chlorure par 40 cc. d'eau ou $0^{gr},0114$ par litre.

Le flacon spécial pour cet essai présente des divisions correspondant à 10, 20, 30 et 40 cc.

Mode opératoire. — On ajoute peu à peu la solution *b*, au moyen de la burette hydrotimétrique, à 40 cc. de la solution *a*, jusqu'à ce qu'il se forme par l'agitation une mousse de 1/2 centimètre de haut durant au moins 5 minutes. On doit avoir employé 23 divisions de la burette, c'est-à-dire que la solution calcique doit marquer 22 degrés hydrotimétriques. S'il n'en est pas ainsi, on modifie la composition de la liqueur de savon. On détermine de la même façon :

I. Le degré de l'eau à analyser;

II. Le degré de l'eau additionnée, pour 50 cc., de 2 cc. de la solution d'oxalate d'ammonium et filtrée (on opère toujours sur 40 cc.).

III. Le degré de l'eau maintenue à l'ébullition pendant $^1/_2$ heure; on complète le volume primitif avec de l'eau distillée, on agite, on filtre et on opère sur 40 cc.

IV. 50 centimètres cubes de l'eau de l'opération III sont additionnés de 2 centimètres cubes d'oxalate d'ammonium; on agite, on laisse reposer $^1/_4$ d'heure, on filtre et l'on opère sur 40 cc.

Dosage des chlorures et sulfates. — On opère avec des liqueurs titrées contenant $2^{gr},14$ d'azotate de baryum pour 100 grammes d'eau distillée ou $2^{gr},78$ d'azotate d'argent pour 100 grammes d'eau distillée.

On étend d'eau distillée 2 cc. de ces liqueurs, de manière à avoir 40 cc. et on prend le degré hydrotimétrique dans le flacon : on doit trouver 20 degrés; sinon, il faudrait les ramener à ce titre.

Pour l'essai, on prend de l'une ou l'autre de ces liqueurs autant de $^1/_{10}$ de centimètre cube que l'on a trouvé de degrés dans l'opération III, on les ajoute à 40 cc. d'eau bouillante de l'opération III, dans le flaçon, ce qui devrait donner un nombre double de celui trouvé dans l'opération III, mais le titre obtenu est moindre et la différence correspond à la baryte ou à l'argent précipité par les sulfates ou les chlorures. Cette différence est convertie en grammes à l'aide de la table **179**.

Calcul. — Le premier chiffre correspond à l'action totale de l'acide carbonique, des sels de chaux et de magnésie. Le second représente celle des sels de magnésie et de l'acide carbonique. Du troisième on retranche 3 degrés pour le carbonate de chaux resté dissous; le reste représente les sels de magnésie et de chaux autres que le carbonate. Le quatrième représente les sels de magnésie.

Par suite, le carbonate de chaux est égal à I + IV — III — II; les sels de chaux solubles représentent III — IV — 3^0; l'acide carbonique II — IV; enfin les sels de magnésie IV.

Il est facile, d'après cela, et d'après la table suivante, qui donne les quantités de différents corps qui amènent un accroissement de 1 degré dans le titre hydrotimétrique, de calculer à peu près, en carbonates par exemple et en sulfates, la composition d'une eau. En général, 1 degré hydrotimétrique exprime à peu près en centigrammes le poids de sels terreux qu'elle contient.

Le degré hydrotimétrique indique, en même temps que le quantité de sels calcaires d'une eau, la quantité de savon, soit $0^{gr},1$ par degré et par litre, qu'elle neutralise, document précieux dans beaucoup d'industries.

Les eaux se partagent en trois classes :

Au-dessous de 30 degrés, les eaux sont réputées excellentes pour la boisson, le blanchissage, la cuisson des légumes, etc.

De 30 à 60 degrés, elles sont impropres aux usages domestiques et peuvent à peine être consommées ou servir dans les appareils à vapeur.

Au-dessus de 60 degrés, elles sont impropres à tous usages.

Voici les degrés de quelques eaux .

Eau de pluie		3°5
Eau du Rhône		15°
Eau de la Seine (Ivry)	15° à	17°
— — (Chaillot)	19° à	23°
Eau de la Marne	19° à	23°
Eau de la Dhuys (réservoir de Paris)		20°5
Eau de la Vanne (en moyenne)	16° à	18°
Eau de l'Ourcq		30°
Puits artésien de Grenelle	9° à	12°
Puits artésien de Passy	10° à	11°
Eau d'Arcueil	53° à	40°
Eau de Belleville		128°

Le degré de dureté anglais, d'après la méthode de Clarke, indique le nombre de grains de carbonate de calcium contenus dans un gallon ou 70 000 grains de l'eau essayée, par conséquent 1 degré = 0,0143 de carbonate calcaire par litre d'eau.

Le degré de dureté allemand indique le nombre de centigrammes par litre d'eau, de chaux ou oxyde de calcium qu'elle renferme.

1 degré français = 0,56° allemand = 0,70° anglais.

(179) *Tableau hydrotimétrique.*

Valeur en grammes, pour 1 litre d'eau, de 1° des corps suivants.

Chaux	0,0057	Sulfate de magnésium	0,0125
Chlorure de calcium	0,0114	Chlorure de sodium	0,0120
Carbonate de calcium	0,0103	Sulfate de sodium	0,0146
Sulfate de calcium	0,014	Acide sulfurique anhydre	0,0082
Magnésie	0,0042	Chlore	0,0073
Chlorure de magnésium	0,0090	Savon à 50 % d'eau	0,1061
Carbonate de magnésium	0,0088	Acide carbonique gazeux	5cc

(180). *Analyse chimique des eaux potables.*

Les eaux, d'après leur origine et leurs propriétés, peuvent se diviser en cinq groupes : 1° météoriques; 2° des nappes souterraines; 3° des cours d'eau; 4° eaux stagnantes; 5° eaux résiduaires. Les 2e et 3e séries seules doivent entrer dans l'alimentation. Les eaux de la 2e série renferment souvent un excès de matières minérales empruntées aux terrains qu'elles traversent : les meilleures proviennent des alluvions formées aux dépens des terrains primitifs; les eaux sortant des terrains tertiaires sont généralement mauvaises. Les eaux des rivières et fleuves sont éminemment variables, et il importe d'examiner non seulement leur richesse minérale, mais encore la nature et la proportion des matières organiques qu'elles renferment, et qui peuvent

provenir de la végétation aquatique, ou des résidus industriels ou humains : les eaux souillées de résidus organiques doivent être absolument rejetées de l'alimentation. Il importe donc, avant de se prononcer sur la valeur potable d'une eau, de préciser son origine, les couches géologiques qu'elle a traversées, et, s'il est possible, sur quelle nature de terrains est tombée l'eau météorique qui a donné naissance à la source; pour les cours d'eau, s'ils ont reçu des résidus provenant d'usines ou des égouts, et à quel endroit de la rivière l'eau est puisée.

La température d'une eau potable doit être comprise entre 10 et 15°.

L'eau destinée à l'analyse doit être prélevée dans des bouteilles en verre, neuves, bouchées à l'émeri ou au liège paraffiné, et rincées plusieurs fois avec l'eau à prélever : une bonne précaution consiste à les laver avec un mélange d'acides sulfurique et nitrique, qu'on élimine ensuite avec soin par des lavages à l'eau prélevée. Les eaux de rivière doivent être prises au milieu du courant, ni à la surface, ni au fond; pour les eaux de pompe, on aura soin de renouveler le contenu des tuyaux avant de remplir les bouteilles.

On devra exiger au moins 1 à 2 litres d'eau pour l'analyse.

Outre l'essai hydrotimétrique, on pratiquera les essais suivants :

1° *Extrait.* — Dans une capsule de platine à fond plat on évapore 100 cc. d'eau au bain-marie et on termine en chauffant 2 heures à 180° (température généralement adoptée); on pèse après refroidissement dans l'air sec. Le résidu est calciné au rouge et pesé; on a ainsi la *perte au rouge.* Enfin pour les eaux riches en magnésie, ce résidu calciné est traité par 2-5 cc. d'acide sulfurique au 10°; on évapore à sec, on détache avec quelques gouttes d'eau les sels déposés sur les parois, on calcine légèrement au rouge sombre, on ajoute un fragment de carbonate d'ammonium pur, on calcine doucement, on pèse, et on répète cette calcination avec le carbonate jusqu'à poids constant : on a ainsi l'*extrait sulfaté.*

2° *Matière organique.* — On prépare une liqueur normale-centime d'acide oxalique à 0gr,63 par litre, et une solution à peu près équivalente, à 0gr,3162 de permanganate de potassium.

D'après Kubel, on fait bouillir 100 cc. d'eau distillée avec 5 cc. d'acide sulfurique (dilué de 3 vol. d'eau), on ajoute du permanganate jusqu'à coloration rose : on note le volume employé, nécessaire pour colorer l'eau en rose; puis on ajoute 10 cc. d'acide oxalique et on ramène au rose; ce second volume est celui qui équivaut à 0gr,0063 d'acide oxalique ou 0,0008 d'oxygène.

On opérera de même avec 100 cc. d'eau à analyser, en s'arrêtant quand la teinte rose persiste après 10 minutes d'ébullition, et l'on retranchera le volume nécessaire pour colorer l'eau distillée en rose. Il vaut mieux, d'après Tiemann, ajouter un léger excès de permanganate, faire bouillir 10 minutes, ajouter 10 cc. d'acide oxalique et de l'acide sulfurique, ramener au rose par le permanganate, et du volume total de permanganate retrancher le volume consommé par l'acide oxalique et celui qui colore l'eau en rose.

D'autres chimistes opèrent en liqueur alcaline, avec 100 cc. d'eau additionnée de carbonate de potassium (Mohr) ou un demi cc. de soude pure préparée par le sodium (Schultze) et dissoute dans 2 parties d'eau; après 10 minutes on ajoute 10 cc. d'acide oxalique et 5 cc. d'acide sulfurique à 25 pour 100 et on ramène au rose. Le *Formulaire des hôpitaux militaires de* 1884 recommande d'ajouter à un demi-litre d'eau 10 cc. de soude caustique pure à 10 pour 100 et 10 cc. de permanganate titré à 3-4gr par litre; après 20 minutes d'ébullition au bain de sable, on laisse refroidir à 50°, on ajoute 10 cc. d'acide sulfurique dilué de son volume d'eau et 10 cc. d'acide oxalique décime (213) dont on titre l'excès au permanganate : on corrige de la même manière qu'il a été dit.

En Angleterre, on pratique deux essais : dans deux ballons, on introduit 250 cc. d'eau, 10 cc. d'acide sulfurique à 25 pour 100 et 10 cc. (=0gr,004 oxygène actif) de permanganate à 0gr,395 par litre; on les bouche bien et on les expose à 27° (80° F); après un quart d'heure pour l'un, et quatre heures pour l'autre, on ajoute une goutte d'empois ioduré, et de l'hyposulfite jusqu'à décoloration ; l'hyposulfite est titré par rapport au permanganate. On estime que le premier titrage correspond aux nitrites, sulfures, sels ferreux, et que la différence entre les deux dosages correspond à la matière organique ; on la calcule en oxygène. On admet que le poids d'oxygène consommé, multiplié par 5,8 pour les eaux de puits profonds, par 2,4 pour les eaux superficielles et par 1,8 pour les eaux de surfaces incultes, donne sensiblement le poids de matière organique équivalente.

Nota. — Il est essentiel, dans le résultat de l'analyse, de spécifier si la matière organique est exprimée en acide oxalique ou en oxygène (63 d'acide = 8 d'oxygène) et d'indiquer le procédé employé.

3° *Phosphates, nitrates, chlore.* — On les recherche le plus souvent qualitativement : les nitrates en ajoutant à l'extrait de 50 à 100 cc. d'eau, dans une capsule en porcelaine, 2 gouttes d'acide sulfurique concentré, puis 1 goutte d'une solution à 1 pour 100 de sulfate de brucine, et suivant l'intensité de la coloration rose ou rouge développée, on juge de la proportion de nitrates.

On réduit par l'hydrogène à 100°-120° au plus, du protoxyde de cuivre préparé au moyen de la glucose : le cuivre très divisé est mélangé grossièrement dans un ballon avec de la limaille de zinc, et la masse chauffée directement jusqu'à ce qu'elle s'agglutine en grains gros comme des pois. Avec quelques grammes de ce produit on réduit les nitrates contenus dans l'eau, en ammoniaque, à froid, en quelques heures; l'ammoniaque est ensuite dosée par le procédé Nessler. ($AzH^3 \times 3,1765 = Az^2O^5$; ou $AzH^3 \times 3,647 = AzO^3$.)

On peut aussi concentrer un assez grand volume d'eau, 50 litres pour les eaux météoriques, en le distillant dans un alambic, et quand il n'en reste plus que 1 litre, évaporer à 10 cc. (ou 3-4 cc., pour le procédé simplifié) dans une petite capsule de porcelaine; dans ce résidu on dosera l'acide nitrique d'après Schlœsing (336).

Le chlore se dose, s'il y a lieu, au chromate ou au sulfocyanure (220).

4° *Ammoniaque.* — On la dose par le procédé Nessler, en diluant l'eau si elle en renferme plus de 5^{mgr} par litre (elle donne alors un précipité avec ce réactif). Dans ce procédé on emploie la liqueur de Nessler (voy. t. 333) et en outre une solution de $3^{gr},15$ de chlorure d'ammonium pur dans 1 litre d'eau pure (distillée successivement sur du permanganate et sur du sulfate d'aluminium); 1 cc. de cette liqueur $= 1^{mgr}$ d'ammoniaque; on en prépare une solution centime, avec 10 cc. par litre. On opère dans des tubes spéciaux, de 17^{cm} de haut et 4^{cm} de diamètre, aussi semblables que possible, à fond régulièrement arrondi, et jaugés à 50 cc. : il faut encore une pipette jaugée à 2 cc.

Si l'eau est claire, dans un ballon on en met 150 cc. avec 1 cc. de carbonate de sodium à 50 pour 100 et 1/2 cc. de soude caustique à 50 pour 100; on bouche, on agite et on laisse reposer 2 heures. On filtre 50 cc. de liquide dans un tube; on ajoute 2 cc. de Nessler. Dans un tube pareil on met 50 cc. d'eau pure (distillée comme il est dit) et 2 cc. de Nessler, et avec une burette on ajoute de la liqueur centime ammoniacale jusqu'à égalité de teinte des deux tubes, qu'on observe sur du papier blanc. Chaque centimètre cube de liqueur ammoniacale équivaut à $0^{gr},00001$ de $Az\,H^3$ pour 50 cc., ou $0^{gr},0002$ par litre d'eau.

Si l'eau est trouble, on en distille 500 cc. avec du carbonate de sodium récemment fondu; on recueille 100 cc. sur lesquels on prélève 50 cc. pour l'essai pratiqué comme il est dit plus haut (on doublera le chiffre trouvé); on distille encore 50 cc. dans lesquels on dose l'ammoniaque; s'il y en a, on distille encore par fractions de 50 cc. jusqu'à ce que le dernier essai reste incolore avec le Nessler : on additionne les chiffres trouvés, dont le total donne l'ammoniaque contenue dans 500 cc. : on double pour ramener au litre.

Pour l'ammoniaque dite *albuminoïde*, au résidu précédent on rajoute 50 cc. d'une dissolution de 200^{gr} potasse caustique et 8^{gr} permanganate, bouillie et ramenée à 1 litre. On distille ensuite 3 prises de 50 cc. dans lesquelles on dose l'ammoniaque, on additionne les résultats et on double pour ramener au litre d'eau.

5° *Nitrites.* — Solution aqueuse à 1 pour 100 de chlorhydrate de métaphénylène-diamine, décolorée au noir et conservée à l'obscurité. La liqueur titrée se prépare avec $0^{gr},406$ de nitrite d'argent pur et cristallisé, qu'on dissout dans l'eau pure bouillante; on précipite par un léger excès de chlorure de sodium pur, on dilue à 1 litre, on laisse déposer et on décante : 1 cc. $= 0^{g},0001$ de Az^2O^3. Dans une éprouvette on étend de 1 à 10 cc. de cette liqueur à 100 cc. avec de l'eau pure; on met dans une éprouvette semblable 100 cc. d'eau à examiner : à chaque liquide on ajoute 1 cc. de phénylène-diamine et 1 cc. d'acide sulfurique pur dilué de 2 vol. d'eau, et après 20 minutes on compare colorimétriquement (ou par dilution) l'intensité de couleur des deux solutions, dont le rapport donnera la proportion de nitrites. Si l'eau donnait de suite une coloration rouge, et non jaune ou orange, il faudrait la diluer dans des rapports déterminés.

6° *Oxygène dissous.* — Dans un ballon en verre assez épais, qui porte un bouchon en caoutchouc à deux trous, muni d'un tube à

robinet et d'un entonnoir à robinet, on introduit 250 cc. d'eau et 10 cc. d'une solution à 40gr par litre de sulfate de fer ammoniacal pur, acidulée par quelques gouttes d'acide sulfurique et titrée; on remplit l'appareil d'acide carbonique, on ferme le robinet du tube et par l'entonnoir on ajoute 3-4 cc. de potasse concentrée; on agite. Après 10 minutes on fait couler par la même voie un excès d'acide sulfurique et on titre le protoxyde restant au permanganate : le poids du sel double de fer qui a été peroxydé, $\times$ 0,020408 = poids d'oxygène dissous (1gr d'oxygène = 700 cc.).

8° *Alcalinité.* — Sur 100 cc., avec l'acide normal, en présence de solution d'orange de diméthylaniline ajoutée en petite quantité, pour colorer à peine la liqueur en jaune; on s'arrête quand la teinte vire au rouge-orange; on compte en carbonate de calcium.

9° *Sulfures.* — Par l'iode normal centime à 1gr,27 par litre.

Eaux résiduaires. — Leur analyse sera souvent facilitée par l'examen microscopique des dépôts. On aura également d'utiles indications en agitant l'eau avec de l'éther qu'on laissera évaporer à basse température et recherchant l'odeur du résidu.

(181) *Des eaux potables.*

Nous avons passé en revue les diverses variétés d'eaux : nous indiquerons maintenant dans quelles limites on peut accepter les eaux comme potables. Il n'est pas possible de fixer des limites absolues en général; on se basera sur les considérations suivantes :

1° L'*extrait* sera autant que possible inférieur à 0gr,50 : il y aura au plus 0gr,25 de carbonate ou sulfate de calcium : de bonnes eaux en contiennent davantage, mais les sels de magnésium doivent être toujours en petite proportion.

2° La quantité de *matière organique*, exprimée en acide oxalique, ne dépassera pas 5 milligrammes d'après la méthode de Kubel-Tiemann (limite adoptée par le laboratoire municipal); le Formulaire des hôpitaux militaires considère comme suspecte toute eau qui consomme plus de 3 milligrammes d'oxygène par litre et fait rejeter absolument celles qui en consommeraient 5 milligrammes et plus; en Angleterre on condamne toute eau qui absorbe plus de 1 milligramme d'oxygène.

Les *chlorures*, en quantité notable, *phosphates* et *nitrates* sont suspects, et si l'on trouve en même temps de l'ammoniaque albuminoïde et un excès de matière organique, l'eau est à rejeter absolument; une eau qui renferme des nitrites, des sulfures ou plus de 1 milligramme d'ammoniaque ou de 0mgr,2 d'ammoniaque albuminoïde, est nuisible, comme souillée par des déjections animales.

Pour les eaux destinées à l'industrie, on doit généralement préférer les eaux les moins calcaires et les moins séléniteuses possible; la brasserie peut s'accommoder d'eaux peu séléniteuses, mais exemptes autant que possible de carbonate de calcium et de matière organique.

(182) *Méthode du Comité consultatif d'Hygiène.*

Dans le but de rendre comparables les analyses d'eau, le Comité consultatif d'Hygiène de France, chargé des questions d'alimentation des villes en eau potable, prescrit la marche suivante :

1° Évaporer au moins 1 litre d'eau au bain-marie, chauffer encore 4 heures après dessiccation, peser, et sur le résidu rechercher les nitrates, dont on mentionnera la présence.

2° Évaporer la même quantité d'eau, chauffer le résidu au rouge sombre et peser : la différence avec le premier nombre est comptée comme *matière organique et produits volatils*. Dans le résidu, doser l'acide sulfurique par poids.

3° Déterminer les quatre degrés hydrotimétriques (table **178**) ; le bulletin portera mention du degré avant et après ébullition, et des éléments calculés comme il est dit.

4° Concentrer à 50 cc. 1 litre d'eau, doser le chlore d'après Mohr (**220**) et calculer en chlorure de sodium.

5° Faire bouillir pendant juste 10 minutes, 100 cc. d'eau avec 3 cc. de solution à 10 pour 100 de bicarbonate de sodium pur et 10 cc. de permanganate titré à 0gr,50 par litre (si le rose disparaît, rajouter du permanganate), laisser refroidir, ajouter 2 cc. d'acide sulfurique pur et 5 cc. d'une solution titrée de 20 grammes sulfate ferreux et 10 grammes acide sulfurique pur par litre, et ramener au rose par le permanganate. On recommence ensuite exactement l'essai avec des quantités doubles, et on calculera en oxygène consommé par litre.

6° S'il est possible, l'examen bactériologique.

Pour les villes de plus de 5000 âmes, le Comité désire l'analyse complète de l'eau.

Le Comité fixe les limites suivantes :

	Eau pure.	Potable.	Suspecte.	Mauvaise.
Chlore	<0,015	<0,040 (1)	0,050—0,100	>0,100
Acide sulfurique...	0,002—0,005	0,005—0,030	> 0,030	>0,050
Mat. organ. en oxygène....	<0,001	<0,002	0,003—0,004	>0,004
Mat. organ. et prod. volatils	<0,015	<0,040	0,040—0,070	>0,100
Degré hydrot. total	5 — 15	15 — 20	> 30	>100
— ap. ébull.	2 — 5	5 — 12	12 — 18	>20

1. Sauf au bord de la mer. < signifie moins de, > plus de.

(183) *Examen bacteriologique des eaux.*

Ce procédé, auquel certains hygiénistes attribuent une grande importance, ne fournit encore que des résultats incertains; aussi donnerons-nous seulement les formules pour préparer les gélatines nutritives.

1° Dans un litre d'eau, dissoudre 50 grammes (100 grammes en été) de gélatine blanche extra, en chauffant à 50°; on mélange avec un blanc d'œuf battu avec son volume d'eau et on chauffe deux heures au bain-marie. On filtre alors sur un tampon d'amiante récemment calciné, dans un entonnoir stérilisé à 150° et entouré d'eau chaude, et on reçoit la gélatine claire dans un ballon stérilisé à 150° qu'on garde pour l'usage. On rend cette gélatine nutritive en l'additionnant d'un quart à son volume des liquides suivants : infusion de froment ou de foin, urine neutralisée, solution neutre de peptone ou d'extrait de viande.

On prépare aussi un excellent bouillon, en faisant digérer 24 heures dans une glacière, 1 kilogramme de viande de bœuf crue hachée avec 2 litres d'eau, et exprimant le liquide, dans lequel on dissout à une chaleur modérée 10 grammes de sel marin et 20 grammes de peptone : on fait bouillir, on dissout encore 100 grammes de belle gélatine blanche, on neutralise par du carbonate de sodium et on stérilise deux jours de suite par une ébullition de 5 minutes, puis on filtre à chaud.

M. Miquel prépare une gelée de lichen blanc (*fucus crispus*) dans l'eau, la dessèche et ajoute 1 pour 100 de ce produit à du bouillon de bœuf neutralisé : la gelée nutritive ainsi obtenue fond vers 55°, ne s'altère pas par un chauffage prolongé à 110°, et peut sans inconvénient être desséchée puis régénérée par addition d'eau.

La stérilisation à 110-120° peut être remplacée par la destruction successive des bactéries développées par les germes, en chauffant à 60° pendant 1 heure par exemple, d'abord deux fois par semaine, puis, après quinze jours, une fois par semaine durant un mois, les liquides organiques à stériliser; on peut aussi filtrer l'eau et les liqueurs à travers des bougies en biscuit de porcelaine (systèmes Chamberland ou Gautier).

Il est utile de faire précéder les cultures par une recherche qualitative, effectuée dans une petite cuve qu'on prépare en rodant sur une lamelle de verre couvre-objet de 20 millim. de diamètre un anneau en verre de 15 millim. de diamètre intérieur et 1 cent. de haut : dans cette cuve on fait évaporer à l'aide du vide 1 cc. d'eau; on enlève l'anneau, et on explore le résidu au microscope, avec 100 diamètres on observe les cristaux souvent caractéristiques de divers sels, les débris végétaux, les infusoires, des algues (les algues incolores accompagnent les eaux impropres à l'alimentation); à 800 diamètres on voit souvent les bactéries encore mobiles.

Le couvre-objet est ensuite séché 10 minutes à 125° ou passé trois

fois, rapidement, dans la flamme d'un bec Bunsen : on dépose à sa surface une goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène; on place le couvre-objet sur la lame de verre, on déplace la couleur en excès par de l'eau pure que l'on absorbe avec du papier-filtre, on laisse sécher et on monte au baume. La recherche des bactéries colorées se fait avec un objectif homogène à immersion dans l'huile à 800-1200 diamètres.

Essai au sucre. — On remplit un matras de 150 cc. de l'eau suspecte, clarifiée par le repos, et additionnée de 1/2 gr. sucre cristallisé pur; on bouche et on expose en bonne lumière à 27° environ. Au bout de 2 ou 3 jours, quelquefois plus longtemps, on observe, si l'eau est contaminée par de l'eau d'égout, de petites taches blanches, qu'on enlève avec une pipette pour les observer au microscope. On voit d'abord de petites cellules isolées, à noyau brillant; au bout de quatre à six heures, l'ensemble à l'aspect d'une grappe de raisin; ensuite on n'observe plus que des fils moniliformes, puis du mycélium, avec de rares cellules qui finissent par disparaître.

Section II. — Métallurgie, métaux et alliages

(184) *Prise d'échantillons des minerais.*

On prendra au hasard le contenu entier d'un panier ou d'une brouette par série de dix, de vingt, ou de cent; on fera concasser le tout en morceaux gros comme des noix; on fera distribuer les morceaux dans une aire, bien mélangés à la pelle, on tracera deux diamètres en croix, et on fera un prélèvement au milieu des secteurs; et sur cet échantillon bien mélangé on prendra 20 kilogrammes qu'on fera broyer dans un mortier de fer ou à l'aide d'un gros marteau sur une table épaisse en fonte, de sorte que la poudre passe par un tamis à mailles de 3 millim.; sur l'échantillon tamisé et mélangé on fera un prélèvement de 1 à 2 kilogrammes qui sera finement pulvérisé et passé au tamis de 1 millim. On en remplit des flacons d'échantillon, de 100 grammes au moins; on les remplit également, on les ferme avec de bons bouchons en liège qu'on scelle et sur lesquels on appose les cachets.

Si le minerai est livré en menus fragments, à l'aide d'une grande cuiller ou mieux d'une pelle on prélève de temps en temps un échantillon de quelques kilogrammes: on mélange le tout et on prélève comme il a été dit l'échantillon à broyer.

Dans le cas où le minerai serait humide, il convient de dessécher, sur la voûte d'un four par exemple, la partie de 20 kilogrammes destinée à être broyée.

Enfin l'échantillon confié à l'analyse sera bien mélangé et on en réduira au mortier d'agate, pour l'analyse, quelques grammes en poudre impalpable.

(185) *Essai de fer.*

On pèse 1 décigramme de fil de clavecin bien décapé, on le dissout dans un ballon fermé par une soupape de caoutchouc, au moyen de 10 cc. d'acide sulfurique pur dilué et de quelques grammes de bicarbonate de sodium; après refroidissement, on étend d'eau froide bouillie et on titre par une solution de permanganate de potassium contenant environ 30 grammes au litre; on note le nombre de centimètres cubes employés. D'autre part, on dissout le métal à essayer dans l'acide chlorhydrique bouillant, en ajoutant du bicarbonate de sodium de temps en temps pour créer une atmosphère d'acide carbonique. On étend d'eau et on titre par le permanganate jusqu'à couleur rose. Une simple proportion donne la quantité pour 100 de fer dans le métal; le fil de clavecin contient en général 99,7 pour 100 de fer.

Pour doser le protoxyde de fer dans un minerai on opère de même. Si on veut doser le fer qui y est contenu aux deux états d'oxydation, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on réduit le perchlorure par du zinc pur, 2 à 3 grammes, et l'on opère comme ci-dessus.

On peut titrer le permanganate par l'acide oxalique normal (table (214). 1 cc. correspond à 0,056 de fer. Il est inutile d'avoir une solution de permanganate exactement normale.

Les minerais de fer se dissolvent dans l'acide chlorhydrique concentré, sauf les pyrites : l'acide ne doit pas être chauffé à plus de 50° après dissolution, l'excès d'acide est évaporé au bain-marie.

(186) *Essai des pyrites.*

1° On dose l'humidité sur quelques grammes, desséchés à 105° jusqu'à poids constant,

2° A. On traite à une douce chaleur 1/2 gramme de pyrite finement pulvérisée par 10 cc. d'un mélange d'une partie d'acide chlorhydrique fumant et trois parties d'acide nitrique à 40° B°; on évapore à sec au bain-marie : on reprend le résidu par un peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, et on reprend par 100 cc. environ d'eau acidulée par 10 gouttes d'acide chlorhydrique : on filtre sur un petit entonnoir et on lave à l'eau bouillante la partie insoluble, composée de silice, de silicates et de sulfates. Le liquide filtré, réuni à l'eau de lavage, est chauffé doucement, sursaturé légèrement par l'ammoniaque; on réunit le peroxyde de fer sur un filtre en papier épais, mais filtrant rapidement, on le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il n'abandonne plus de sulfates, enfin on le calcine et on le pèse. Le liquide filtré et l'eau de lavage sont concentrés à 200 cc. et acidulés par l'acide chlorhydrique; on fait bouillir, puis, en arrêtant l'ébullition, on ajoute 20 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o bouillant; après

1/2 heure en décante, on traite le dépôt 2 minutes par 100 cc. d'eau bouillante avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on décante sur le filtre, on lave encore 2 fois par décantation à l'eau bouillante, enfin on lave le précipité sur le filtre, on sèche, on calcine et on calcule le poids du sulfate de baryum en soufre (table **142**).

3° On attaque de même 1 gramme de pyrite, on évapore à sec et on reprend par l'acide sulfurique dont on chasse l'excès au bain de sable : ce résidu est repris par l'eau bouillante et après refroidissement additionné d'un quart d'alcool; après 12 heures les sulfates insolubles sont recueillis sur un filtre et lavés avec de l'alcool à 35 o/o tant qu'il passe du cuivre. Le liquide filtré est saturé d'hydrogène sulfuré; le précipité, après 12 heures, est récolté sur un filtre, lavé à l'eau chargée d'hydrogène sulfuré et de quelques gouttes d'acide sulfurique, enfin desséché, mélangé de soufre pur et calciné dans un creuset de Rose, avec courant d'hydrogène. On pèse le sulfure de cuivre Cu^2S qui est mélangé d'un peu de sulfure d'antimoine et de bismuth, dont la proportion peut être considérée dans les pyrites d'Espagne comme constante et de 0,05 o/o du sulfure de cuivre : on déduit cette proportion avec les cendres du filtre. La solution sulfhydrique est soumise à l'ébullition, le fer peroxydé par l'eau régale, et précipité par un excès notable d'ammoniaque : après 6 heures on filtre et on lave : le peroxyde de fer, qui entraîne du zinc, est redissous dans l'acide chlorhydrique, précipité par l'ammoniaque et lavé; on réunit ces liqueurs, on les amène à 1/2 litre et on titre au sulfure de sodium (table **191**).

4° On détermine l'acide carbonique d'après la table **228** ou **238** et on calcule en carbonate de calcium.

2° B. *Méthode de Pelouze.* — On pulvérise séparément 1 gramme de pyrite, 5,3 grammes de carbonate de sodium pur et sec, pesés exactement, puis 7 grammes de chlorate de potassium et 5 grammes de chlorure de sodium pur fondu. Le tout est mélangé, puis projeté par fractions, à l'aide d'une spatule, dans une cuiller en fer, dite cuiller à projection, de 250 cc. environ, chauffée au rouge. Après 10 minutes de chauffe, on laisse refroidir, on épuise par l'eau bouillante, et on titre alcalimétriquement le carbonate de sodium restant, avec l'acide normal, dont 5gr,3 de carbonate nécessiteraient 100 cc. : chaque centimètre cube employé en moins correspond à 0gr,04 d'acide sulfurique, ou 0gr,016 de soufre contenu dans le pyrite. On dose d'autre part le plomb et le zinc, on les calcule en sulfure et on déduit le soufre correspondant du poids trouvé.

Pyrites grillées. Sur chaque four que l'on décharge, on prend un échantillon moyen : on mélange les produits de toute la semaine et sur l'ensemble on fait le prélèvement destiné à l'analyse.

La dissolution se fait dans l'acide chlorhydrique avec quelques gouttes d'acide nitrique : le cuivre se dose de même, et on retranche 0gr,07 o/o pour le bismuth et l'antimoine.

Le soufre se dose sur un échantillon dissous dans l'eau régale, comme dans la pyrite, mais sans précipiter le fer par l'ammoniaque.

Si l'on pratique l'essai de Pelouze, il est inutile d'ajouter du sel marin.

(187) *Essais de cuivre.*

On pèse 100 grammes de cyanure de potassium pur qu'on dissout dans $1^{lit},753$ d'eau ou 100 grammes de cyanure ordinaire, qu'on dissout dans $1^{lit},218$ d'eau. 50 cc. de cette liqueur titrée équivaudront à environ $0^{gr},50$ de cuivre.

L'essai se fait en pesant d'abord un poids de cuivre galvanique pur, qu'on dissout dans l'acide nitrique étendu, on chauffe, puis on sursature par un léger excès d'ammoniaque, on laisse refroidir, puis l'on verse peu à peu et lentement vers la fin de l'opération, au moyen de la burette, la solution de cyanure de potassium, jusqu'à ce que la couleur ait presque disparu et soit remplacée par une faible teinte lilas. Le titre étant vérifié, à la place de cuivre pur on pèse un poids de minerai qu'on traite comme il vient d'être dit.

Exemple. 200^0 de la burette (100 cc.) — 1 gramme de cuivre.
2 grammes de minerai exigent pour la décoloration 105^0.
$200 : 105 :: 1 : x$; — 0,525, soit 26,25 o/o de cuivre.

(188) *Dosage du cuivre par l'hyposulfite de sodium.*

1° On dissout 84 grammes d'hyposulfite de sodium cristallisé dans 2 litres d'eau. Le titre est pris au moyen de cuivre galvanique pur.

2° On emploie l'iodure de potassium en cristaux, il doit être exempt d'iodate.

3° On prépare une solution d'amidon, en faisant bouillir de l'amidon dans une grande quantité d'eau, on laisse refroidir, on décante et conserve la solution limpide.

Mode d'essai. — On fait dissoudre $0^{gr},500$ à $0^{gr},650$ de cuivre pur ou d'alliage dans l'acide azotique faible, on chauffe, on étend d'un peu d'eau, puis on ajoute du carbonate de sodium jusqu'à ce que le cuivre commence à se précipiter. On ajoute ensuite un excès d'acide acétique pur, on verse le tout dans un flacon, l'on étend de la moitié du volume d'eau, enfin on jette 4 grammes d'iodure de potassium dans le flacon, on laisse dissoudre. On verse alors la liqueur titrée d'hyposulfite de sodium jusqu'à ce que la plus grande partie de l'iode libre disparaisse et que le liquide prenne une teinte jaunâtre. On ajoute à ce moment un peu de solution d'amidon et on continue à verser avec précaution la liqueur titrée jusqu'à ce que la solution soit incolore. On lit le nombre de degrés sur la burette et on en déduit la quantité de cuivre d'après les résultats obtenus avec le cuivre pur.

(189) *Mise en dissolution du cuivre.*

Dans une capsule de porcelaine profonde et couverte, on chauffe le minerai finement pulvérisé avec de l'acide nitrique étendu et un peu d'acide sulfurique; on évapore à sec et on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfurique. Si le minerai renferme du soufre, on recommence la dissolution jusqu'à ce que l'aspect du résidu montre qu'il ne renferme plus de cuivre, quand on reprend par l'eau. Souvent il vaut mieux séparer le soufre, le laver et le calciner dans un creuset de porcelaine; la cendre est reprise par l'eau acidulée et réunie au reste du liquide. Après refroidissement on humecte un peu la masse d'acide sulfurique et après quelque temps on reprend par l'eau bouillante : on filtre pour séparer l'étain et l'antimoine, le plomb et la plus grande partie du fer : tout le cuivre est en dissolution

(190) *Dosage du cuivre d'après Pelouze.*

On ajoute à la solution de cuivre, dans l'acide sulfurique ou nitrique, un excès d'ammoniaque. Le précipité est recueilli sur un filtre, lavé, redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité par l'ammoniaque : le liquide filtré et les eaux de lavage sont réunis aux premières. On chauffe le tout à 60°-80° et on ajoute une solution titrée de sulfure de sodium jusqu'à décoloration complète du liquide (ce qu'on peut aussi apprécier par un essai à la touche sur du papier enduit de carbonate de plomb (191) ou de sulfure de zinc, précipité qui noircit s'il y a du cuivre dissous). Le sulfure de cuivre qui se dépose a pour formule $5CuS,CuO$.

Le procédé est inexact en présence d'arsenic et de zinc. Il s'applique aussi au cobalt et au nickel. La solution de sulfure de sodium se prépare en saturant d'hydrogène sulfuré un volume donné de lessive de soude caustique, puis ajoutant un volume égal de la même lessive : on dilue de telle sorte que 1 cc. = 0g,01 de cuivre environ (soit 3gr à peu près de sulfure de sodium par litre). La fixation du titre se fait sur du cuivre galvanique (table 187) : on opère comme pour un essai.

(191) *Essai de zinc.*

La solution normale de zinc renferme à l'état de chlorure 8 grammes de zinc pur par litre. — La solution de sulfure de sodium contient 30 à 35 grammes de sel cristallisé par litre. Pour déterminer son titre réel, on prend 25 cc. de la solution de zinc (soit 0gr,2 zinc), on les sursature par l'ammoniaque, on étend à 1/2 litre, et on ajoute la solution de sulfure de sodium jusqu'à ce que ce sel soit en excès. Pour reconnaître ce moment, on prend une certaine quantité de liquide

avec un tube (diamètre 6 millim.) rétréci légèrement par son bout inférieur et servant de pipette, on appuie ce tube sur une bande de carton mince recouverte de carbonate de plomb et glacée, et on fait écouler le liquide. Dès que le sulfure de sodium sera en excès, on verra apparaître une tache brune, et lorsque son intensité correspond à celle que produit 1 cc. de solution de sulfure de sodium étendu de 500 cc. d'eau, on arrête l'opération. On retranche alors 1 cc. du nombre de centimètres cubes employés; ce nombre est généralement compris entre 25 et 30.

Pour faire l'essai d'un minerai, on en pèse, suivant sa richesse, 0 gr, 5 à 1 gramme; on le dissout dans 15 à 30 cc. d'eau régale. On ajoute quelques gouttes de brome et on précipite par 30 à 60 cc. d'ammoniaque avec addition de 5 à 10 cc. de carbonate d'ammonium. Après quelques heures, on filtre le liquide chauffé préalablement et on le titre avec la solution de sulfure de sodium en suivant la marche indiquée.

(192) *Essais des minerais de plomb.*

Emploi du flux.

On mélange intimement :

100 grammes minerai pulvérisé,
300 — carbonate de sodium ou flux noir,
10 — charbon de bois en poudre fine,

On chauffe graduellement, jusqu'à ce que la masse soit complètement liquide, on donne de légères secousses au creuset pour rassembler le plomb, puis on laisse refroidir et on trouve un culot de plomb. On obtient ainsi 74 à 76 pour 100 de plomb avec de la galène pure.

Emploi du fer métallique ou mieux d'un creuset en fer.

On introduit dans le creuset chauffé au rouge sombre, au moyen d'une cuiller en cuivre, un mélange de :

100 grammes minerai pulvérisé,
100 — carbonate de sodium,
50 — potasse perlasse,
15 — tartre brut.

On verse sur le mélange une légère couche de borax, on active le feu; au bout de 8 à 10 minutes on brasse avec une spatule en fer et on porte la température au rouge brillant.

On enlève le creuset du feu et on laisse refroidir; on obtient ainsi avec de la galène pure 84 pour 100 de plomb ductile et malléable, ne contenant pas de fer. La perte est environ de 4 pour 100; elle s'élève à 5 pour 100 pour les minerais renfermant seulement 40 à 50 pour 100 de plomb.

(193) *Essais de mercure.*

Dans un tube en verre à analyse organique, on introduit le corps à analyser avec un excès de chaux, en ayant soin au préalable de placer à l'extrémité du tube un peu de bicarbonate de sodium, afin de pouvoir entraîner par l'acide carbonique les vapeurs restant dans l'appareil.

Les vapeurs de mercure sont condensées dans un tube à boules contenant une petite quantité d'eau. Le poids du tube à boules a été déterminé avant l'analyse. Lorsque l'opération est terminée, on enlève l'eau et on pèse de nouveau le tube; on a ainsi déterminé la quantité de mercure contenue dans le corps à analyser.

Si le corps contient des azotates ou des iodures, il faudra remplacer la chaux par du cuivre métallique.

Enfin, si le mercure se trouve dans un alliage métallique en présence de métaux non volatils, on le détermine par différence, en soumettant l'alliage à la calcination.

(194) *Dosages électrolytiques.*

On dissout 2 grammes de minerai par 40 cc. d'eau régale et 4 cc. d'acide sulfurique : on évapore à sec pour chasser tous les acides, on humecte de 10 cc. d'acide azotique, on étend d'eau, on filtre dans un becherglas jaugé à 200 cc. et on complète le volume avec de l'eau de lavage.

L'électrode positive est formée d'une spirale ou d'une feuille de platine fixée à l'extrémité d'une tige de même métal; l'électrode négative, d'un cylindre ou d'un cône en platine, ouvert aux deux extrémités et soudé à un gros fil de platine. On peut aussi introduire la solution de cuivre dans une capsule de platine ou de nickel platiné, relié au pôle négatif, et employer comme électrode positive une spirale de platine enroulée en cercle sur un plan horizontal, et suspendue en quatre points à un fil de platine.

L'électrode négative est séchée à 100° et tarée avec soin.

Les piles doivent être à courant aussi constant que possible : soit des piles du genre Daniell ou Bunsen, des éléments de Lalande, ou des systèmes au bichromate, mais à deux liquides. On utilise aussi avantageusement les piles thermo-électriques ou les machines dynamo-électriques.

S'il y a beaucoup de cuivre, un courant d'un tiers à un demi-ampère est suffisant; s'il y a peu de cuivre, il vaut mieux employer des courants plus faibles, un dixième à un vingtième d'ampère.

Au bout de 10 à 12 heures, on vérifie si le liquide renferme encore du cuivre : dans le cas contraire, on siphonne le liquide acide, et on le remplace par de l'eau sans interrompre le courant; on le siphonne

après un moment et on continue jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide : on retire alors l'électrode négative, on interrompt le courant, on lave le dépôt de cuivre à l'alcool et on le sèche à 90°; puis on pèse.

Cette méthode devient délicate en présence de l'arsenic, de l'antimoine (qu'il vaut mieux séparer par le sulfure de sodium du mélange des sulfures, qu'on redissout ensuite), du bismuth et de l'argent (ce dernier peut être éliminé au préalable par l'acide chlorhydrique). Le plomb et le manganèse se déposent au pôle positif à l'état de peroxyde. Le fer, le nickel, le cobalt et le zinc ne se précipitent pas en liqueur acide.

Le zinc peut se doser ensuite dans le liquide en ajoutant de la potasse jusqu'à formation d'un précipité qu'on redissout dans le cyanure de potassium; on précipite le zinc par un courant assez énergique et avec les précautions indiquées plus haut, on le pèse.

Pour doser le nickel et le cobalt, le liquide épuisé de cuivre est additionné de quelques cc. d'acide sulfurique ou chlorhydrique et évaporé jusqu'à expulsion de tout l'acide azotique. On étend d'eau, on précipite le fer par l'ammoniaque, et on purifie le peroxyde par dissolutions et précipitations successives, jusqu'à ce qu'il ne renferme plus de nickel. On réunit tous ces liquides, on évapore, on calcine pour chasser le sel ammoniac; on reprend par l'eau et on précipite le cobalt et le nickel par le courant électrique, avec les précautions indiquées. Si les métaux sont mélangés, on redissout le dépôt dans le moins possible d'acide nitrique dilué, on précipite le cobalt par l'azotite de potassium; après 24 heures on filtre, on lave le précipité avec une solution d'acétate de potassium et on le redissout dans très peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec, on reprend par l'eau, on ajoute un excès d'ammoniaque et on dose le cobalt pur.

Essais d'argent par la coupellation.

(195) *Détermination approximative du titre de l'alliage.*

On passe à la coupelle $0^{gr},100$ d'alliage avec 1 gramme de plomb; on obtient un bouton dont le poids donne à 1 ou 2 centièmes près le titre cherché. D'après cet essai, on juge la quantité de plomb à ajouter à l'alliage pour le coupeller au mieux.

La prise d'essai se fait sur 1 gramme d'alliage; le nombre de milligrammes qui représente le poids du *bouton de retour* indique donc le titre de l'alliage en millièmes.

Un bouton pesant 900 milligrammes représente un alliage à 900 millièmes.

(196) *Table indiquant les quantités de plomb nécessaires pour la coupellation des alliages de cuivre et d'argent.*

Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.	Titre de l'argent.	Plomb à ajouter à 1 gramme d'alliage.
Argent à 1000	0gr,500	Argent à 500	16 à 17 gr.
— 950	3	— 400	
— 900	7	— 300	
— 800	10	— 200	
— 700	12	— 100	
— 600	14	Cuivre pur.	

Le bouton n'est pas de l'argent pur; il contient du plomb et du cuivre. L'analyse, par voie humide, indique dans le bouton d'essai un titre compris entre 992 et 998 millièmes. Ce titre peut être évalué à 996 millièmes. (Voir ci-dessous la table **197**).

(197) *Table de compensation pour l'essai des matières d'argent*

Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.	Titres exacts.	Titres trouvés par la coupellation	Pertes ou quantités de fin à ajouter aux titres correspondants obtenus par la coupellation.
1000	998,97	1,03	600	595,32	4,68
950	947,50	2,50	550	545,32	4,68
900	896,00	4,00	500	495,32	4,68
850	845,85	4,15	400	396,05	3,95
800	795,70	4,30	300	297,40	2,60
750	745,48	4,52	200	197,47	2,53
700	695,25	4,75	100	99,12	0,88
650	645,29	4,71			

Les *témoins* sont des essais que l'on exécute sur un alliage fait avec de l'argent à 1000 millièmes et représentant d'une manière approximative le titre de l'alliage qu'on examine. Le témoin doit être passé à la coupelle à côté de l'essai auquel il doit être comparé. Ils sont surtout utiles quand l'alliage contient de l'or, du platine ou du palladium.

Essais d'argent par la voie humide (Gay-Lussac).

(198) *Préparation de l'argent pur à* $\frac{1000}{1000}$.

Dissoudre l'argent métallique dans l'acide nitrique, séparer par décantation le résidu, s'il y en a, puis précipiter la solution étendue d'eau par un excès de sel marin. Le chlorure d'argent bien lavé, puis séché, est chauffé dans un creuset de terre réfractaire, au rouge vif. Pour 100 p. chlorure d'argent :

74,4 p. de craie, 4,2 p. de charbon de bois pulvérisé.

L'argent métallique occupe le fond du creuset; on le détache, on le lave et on le redissout de nouveau dans l'acide azotique pur, puis on recommence le même traitement. L'argent est alors complétement pur.

(199) *Préparation de la liqueur décime d'argent.*

On dissout 1 gramme d'argent à 1000 millièmes dans 5 ou 6 grammes acide azotique pur et l'on étend la dissolution d'eau distillée, de manière à obtenir exactement 1 litre de liqueur.

(200) *Préparation de la dissolution normale de sel marin.*

On dissout 5gr,414 de chlorure de sodium pur dans l'eau distillée, de manière que le volume du liquide occupe 1 litre à la température de 15°; 1 décilitre de cette liqueur à + 15° précipite exactement 1 gramme d'argent pur.

On peut employer le sel marin ordinaire; dans ce cas, on dissout 200 ou 300 grammes de sel marin dans 2 litres d'eau commune, on filtre, puis on évapore à sec quelques grammes de la solution pour apprécier la quantité de sel qu'elle renferme. On étend alors cette liqueur d'une quantité d'eau inférieure à celle qu'indiquerait le calcul en supposant que le sel fût pur. Puis on la titre au moyen de la liqueur titrée d'argent et on l'amène au titre exact.

(201) *Préparation de la liqueur décime salée.*

On verse 1 décilitre de liqueur normale dans un vase de la capacité de 1 litre, qu'on achève de remplir avec de l'eau distillée.

1 litre de liqueur décime peut précipiter 1 gramme d'argent;

1 centimètre cube de la même liqueur précipitera 1 milligramme d'argent.

(202) *Prise d'essai à la goutte.*

Prendre des lingots à bas titre, les fondre en présence d'une petite quantité de charbon, brasser la masse avec un bâton-cuiller en terre argileuse et couler une partie dans l'eau. La composition de la grenaille ainsi produite représente la composition moyenne de l'alliage. L'analyse se fait à la manière ordinaire.

Analyse des alliages d'or.

(203) *Essai approximatif, dit essai au touchau.*

Avec de la pratique on peut déterminer le titre d'un alliage d'or à moins d'un centième près. Cet essai exige l'emploi : 1° de

la pierre de touche, 2° des touchaux, 3° de l'acide pour touchaux.

L'acide, pour les touchaux, se compose de :

98 p. acide azotique de 1,340 densité (37° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique de 1,173 densité (21° Baumé),
25 p. d'eau,

ou bien de :

123 p. acide azotique (34° Baumé),
2 p. acide chlorhydrique (21° Baumé).

On fait sur la pierre de touche 3 ou 4 touches afin de décaper l'objet avant de prendre la touche définitive, puis on compare cette dernière avec des touches faites par des touchaux dont les titres sont connus. (583, 625, 667, 708 et 750 *millièmes*).

On mouille ces diverses touches ou traces avec une baguette de verre trempée dans l'acide et on examine l'effet produit.

La trace disparaît presque subitement si elle a été faite avec du cuivre; elle résiste si le bijou est au titre de 750 millièmes ou au-dessus; dans ce cas, un linge fin passé légèrement sur la pierre n'enlève pas la trace.

La teinte verte plus ou moins foncée que prend l'acide, ainsi que l'épaisseur de la couleur de la touche ou trace d'or qui reste sur la pierre, permettent de déterminer le titre d'une manière très-approximative.

(204) *Analyse des alliages d'or.*

Avant de procéder à l'analyse exacte d'un alliage d'or, il faut connaître approximativement son titre, afin de lui faire subir l'opération de l'*inquartation*.

On l'*approxime* au moyen de la pierre de touche ou en passant à la coupelle 0gr,100 d'alliage avec 0gr,300 d'argent et 1 gramme de plomb.

Le bouton, aplati et mis en ébullition pendant quelques minutes avec 5 à 6 grammes d'acide azotique, donne un résidu d'or dont le poids indique approximativement le titre de l'alliage. Cette opération porte le nom de *départ*.

La pratique a montré que l'opération du départ, c'est-à-dire la séparation de l'argent au moyen de l'acide azotique, s'exécute d'une manière complète lorsque, dans le bouton, l'or est à l'argent dans le rapport de 1 partie d'or à 3 parties d'argent. C'est cette opération qui consiste à ajouter à l'alliage une quantité d'argent, telle, que l'or soit à l'argent dans le rapport de 1 à 3, qui porte le nom d'*inquartation*.

Le titre approximatif étant connu, soit 900 millièmes, on pèse avec exactitude 0gr,500 d'alliage, on l'introduit dans un petit morceau de papier avec la quantité voulue d'argent, soit 1gr,350.

D'autre part, on pèse le plomb nécessaire à la coupellation, soit 5 grammes de plomb et on porte dans une coupelle bien rouge ; lorsque le plomb est *découvert*, c'est-à-dire que sa surface est nette et brillante, on y ajoute l'alliage ainsi que l'argent.

On procède alors comme pour un essai d'argent, les phénomènes étant à peu près les mêmes.

Lorsque le bouton s'est figé, on l'enlève, on l'aplatit sur un tas d'acier, on le recuit, on le lamine et on le recuit une seconde fois. La lame mince roulée sur elle-même en spirale constitue le *cornet* qu'il faut soumettre à l'action de l'acide nitrique ou au *départ*.

Le cornet est introduit dans un matras d'essai avec 30 à 35 grammes d'acide nitrique à 22° Baumé, puis on fait bouillir 20 minutes environ, on décante et on ajoute de nouveau 25 à 30 grammes d'acide nitrique à 32° Baumé, on fait bouillir 10 minutes. On décante, on lave le cornet à deux reprises avec de l'eau distillée, on remplit alors entièrement d'eau le matras et on le renverse avec précaution dans un petit creuset d'argile, de manière à y faire tomber le cornet sans le briser. On décante l'eau recouvrant l'or et on porte le creuset au rouge, en ayant soin de ne pas fondre le métal.

Le poids du cornet donne le titre de l'alliage.

Lorsque l'or est à un titre élevé, il faut soumettre le cornet à trois traitements successifs par l'acide nitrique, afin d'éviter les surcharges.

Le tableau suivant peut servir de base à une table de compensation qui permettrait, au moyen d'une correction, d'obtenir toute l'exactitude que comporte la coupellation de l'or.

Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.	Titres vrais de l'or.	Titres obtenus.	Différences.
900	900,25	+ 0,25	400	399,50	— 0,50
800	800,50	0,50	300	299,50	0,50
700	700,00	0,00	200	199,50	0,50
600	600,00	0,00	100	99,50	0,50
500	499,50	— 0,50			

Ces résultats ont été obtenus avec des mélanges d'or et de cuivre purs et coupellés avec des quantités de plomb indiquées dans le tableau suivant :

Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.	Titres de l'or allié au cuivre.	Quantités de plomb nécessaires pour enlever le cuivre par la coupellation.
1000 millièmes.	1 partie	500 millièmes.	26 parties.
900 —	10 —	400 —	34 —
800 —	16 —	300 —	
700 —	22 —	200 —	
600 —	24 —	100 —	

(205) *Analyse des lingots de doré.*

Le doré est un alliage formé d'or, d'une forte proportion d'argent et d'une petite quantité de cuivre.

L'argent sera dosé par la voie humide chaque fois que l'or n'excédera pas 200 à 300 millièmes. Il faut avoir soin de réduire l'alliage en lames très minces et de faire bouillir plusieurs fois avec l'acide nitrique concentré, avant de précipiter par le sel marin.

L'or est dosé dans une seconde prise d'essai, en passant l'alliage à la coupelle et en soumettant le bouton de retour au départ ordinaire par l'acide nitrique.

Il est également nécessaire de passer à la coupellation un *témoin*, lorsqu'on détermine l'argent par différence entre le poids du bouton de retour et celui de l'or, la présence de l'or donnant toujours une surcharge.

Enfin, si le lingot présente des indices de *rochage*, il devra être essayé à la goutte.

(206) *Analyse des alliages d'or, d'argent, de platine et de cuivre.*

L'alliage est passé à la coupelle avec du plomb, à une température supérieure à celle des essais d'argent. La perte de poids après la coupellation indique la proportion du cuivre.

L'alliage est coupellé avec addition d'argent, s'il n'en contient pas déjà une quantité suffisante.

Le bouton laminé est traité par l'acide sulfurique bouillant, qui dissout l'argent; le résidu, lavé et desséché, donne par différence l'argent.

Ce résidu, composé d'or et de platine, est passé à la coupelle avec six fois la quantité d'argent correspondant au platine. Le nouveau bouton est laminé et traité par l'acide nitrique bouillant qui dissout le platine à cause de la présence de l'argent.

Le résidu donne l'or; le platine est obtenu par différence.

Pour plus d'exactitude, cette dernière opération doit être faite une econde fois. Si le poids de l'or reste invariable, on est certain que out le platine a été enlevé.

(207) *Alliages d'étain et de plomb.*

	Sn °/₀.	Densité.	Fusion.		Sn °/₀.	Densité.	Fusion.
Sn^5Pb	76	8,046	194°	Sn^2Pb	53	8,766	196°
Sn^4Pb	69	8,195	189	SnPb	37	9,451	241
Sn^3Pb	63	8,414	186	$SnPb^2$	22	10,110	
Sn^5Pb^2	59	8,565		$SnPb^3$	16	10,410	239

(208) *Principaux alliages.*

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Plomb.	Étain.	Divers.
Alliage d'Arcet	Pour clicher	»	31,25	18,75	Bismuth 50
	Fusible à 94° C.	»	5	3	— 8
Alliage de Wood	Fusible entre 66 et 71°	»	2	4	Cadm. 1 à 2. Bism. 7 à 8
Alliages divers	Vaisselle et robinets	»	8	92	
	Cuillers et flambeaux	»	20	80	
	Coussinets de roues	1	»	8	Antimoine 2
	— des hélices				
Poterie d'étain de Paris	»	1	»	90	— 9
Robinets	»			78,5	Antim. 19,5. Nickel 2
Métal blanc	»	»	4	16	Zinc 3
— —	»	»	3	16	— 9
Métal d'Alger	»	»	26	69,5	Antim. 4,5
		»	80		— 20
Alliages pour	Caractères d'imprimerie	66	»	33	Arsen. traces.
	Miroirs des télescopes	80	»	20	
	Tamtams et cymbales	94 à 96	»	4 à 6	Zinc 1/2
	Médailles	95	»	4	— 1
	Monnaies : billion refonte 1864	»	»	89	Fer 5, Nick. 6
Alliages de Budi	Adhère directement à la fonte.	»	»	»	Ant. 70, Fer 30
— de Réaumur	Très-dur, fait feu au briquet.	»	»	»	Ant. 57, Zn 43.
— de Cooke	Décompose l'eau à l'ébullition.	»	»	6	Fer 1
Polychrome	Étamage d'ustensiles de cuivre	»	»	5	Antim. 20 à 25
Alliage pour	Planches à graver la musique.	»	70 à 75	»	Alliage d'Arcet 9, Merc. 1
Amalgames	Fusible à + 53°	»	»	4	Mercure 1
	Étamage de miroirs courbes				

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Rouleaux	Impression	80		16	Plomb 2 Antimoine 2
Racles	Impression (Dresde) très-élastique, peu attaqué, devient cassant par la fonte	85.8	9.8	4.9	
Racles	Impression	80,5 env.	10,5	8	
Laiton de Romilly	Travail au marteau	70	30	»	
— de Stolberg, 1re qual.	Ustens. de ménage, chaudières.	65,80	34,80	0,20	Plomb.. 2,20
— anglais	Travail au marteau	70 29	29,26	0,17	— .. 0,28
— de Jemmapes	Pour les tourneurs	64,60	33,70	0.20	— .. 1,50
— —	Pour la trésilerie	64,20	35	0,40	— .. 0,40
— des doreurs	Bronzes dorés	63.70	33,55	2,50	— .. 0,25
— des horlogers	Roues de montres	60 à 66	37 à 34	1,3 à 1,4	Fer, 0,7 à 0,9
— des armuriers	Garnitures d'armes	80,00	17	3	Plomb . 0,0
Chrysocale	Faux bijoux	90,40	8	»	— .. 1,60
—	—	86 à 88	8 à 6	6	
Similor ou or de Mannheim	—	80 à 88	20 à 12	»	
Pinchbeck	—	83,33	16,67	»	
Bracelet antique (Nauenburg).	—	83,08	15,38	1,54	
Tombac ou cuivre blanc	Instruments de physique	86 à 88	14 à 12	»	
— jaune	—	88,88	5,56	5,56	
- rouge	—	91,66	8,34	»	
— plus rouge	Boutons, etc.	97	2	»	Arsenic. 1,00
Bronze	Canons français	90,10		9.90	
— des frères Keller	3 statues de Versailles (moyen).	91,40	5,53	1,70	Plomb . 1,37
—	Grosses cloches	78,00		22	
— zincifère	Coussinets de machines, etc.	73,60	9,09	9,50	Plomb . 7 Fer 0,42
Alliage de Fenton	— —	5,50	80	14,50	
— très-dur	Locomotives	6,10	62,64	11.32	Plomb. 19,94

Alliages.	Destination.	Cuivre.	Zinc.	Étain.	Divers.
Alliage très-dur, proposé par Calvert et Johnson...	Locomotives.....	6,80	69 56	12,58	Plomb. 11,06
Métal de Muntz.....	Doublage de navires.....	66	34	»	
Poudre à bronzer, jaune pâle..	Pour les peintres.....	82,33	16,69	»	
Bronze de coul., jaune foncé....	—	84,50	15,30	»	Fer.... 0,16
— jaune rouge....	—	90	9,60	»	— 0,07
— jaune orangé..	—	98,93	0,73	»	— .. . 0,20
— cuivre.....	—	99.90	»	»	— 0,08
— violette.....	—	98,22	0,50	traces.	— ... traces
— verte..... ..	—	84,32	15,02	»	— 0,30
— blanche..... .	—	»	2,30	96,46	— 0,03
Bronze d'aluminium.....		90			Aluminium 10

Alliages.	Cuivre.	Nickel.	Zinc.	Divers.
Packfung chinois ou toutenague.....	55	23	17	Étain 2; Fer 3.
— —	43,80	15,60	40,60	
Cuivre blanc chinois (de densité 8,432).....	40,40	31,60	25,30	Fer..... 2,60
Maillechort français le plus pur.....	50	18,75	31,25	
Packfung parisien..	62	15	23	
—	66	19,30	13.60	
—	65	16,80	13	Étain 0,2; fer 3,4.
Alfénide.....	59	10	30	
Packfung allemand, pour couverts..	50	25	25	
— pour sellerie, éperons.....	57	20	10	
Maillechort fort élastique anglais.....	57,40	13	25	Fer..... 3,00
Alliage pour dentistes .., ...	5			Platine.... 95
Alliage, couleur et densité de l'or.....	50			— 50

(209) *Alliages fusibles pour machines à vapeur.*

Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.	Bismuth.	Plomb.	Étain.	Point de fusion.	Pression en atmosphères.
			0					0	
8	5	3	100	1	8	16	12	146	4
8	8	4	113,3	$1\frac{1}{2}$	8	22	24	154	5
8	8	3	123	2	8	32	36	160	6
8	10	8	130	$2\frac{1}{2}$	8	32	28	166	7
8	12	8	132	3	8	30	24	172	8
8	16	14	143	$3\frac{1}{2}$					

Plomb.	Étain.	Point de fusion.
1	3	186
1	1	241

(210) *Soudures.*

Soudures.	Cuivre.	Zinc.	Divers.
Soudures fortes: jaune peu fusible....	53,3	43,1	Étain 1,3 Plomb 0,3
Soudures fortes: demi-blanche fusible .	44,0	49,9	— 3,3 — 1,2
Soudures fortes: blanche très-fusible ..	57,4	28,0	— 14,6
Soudures fortes: — très-forte	53,3	46,7	
Métal des cloches pour souder.....	10		Étain 15,0; laiton 20
Id. pour souder le laiton...	1,5	6	Laiton 10
Argent de soudure pour alliage à $\frac{950}{1000}$.....	23,33	10	Argent 66.66
Soudure des plombiers....			Étain 33; Plomb 66
— des ferblantiers..			— 50 — 50
— pour or rouge....	1		Or 5
— pour or à $\frac{750}{1000}$....	1		Argent 1, Or 4

(211) *Alliages monétaires.*

L'alliage pour billon français contient 95 pour 100 de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc.

L'Allemagne, la Belgique et les États-Unis emploient un alliage de 25 p. de nickel avec 75 p. de cuivre.

Les monnaies d'argent en France sont au titre de 900 millièmes avec une tolérance de 2 millièmes au-dessus et au-dessous (*pièces de 5 fr.*); les pièces de 2 fr., 1 fr., 50 cent. et 20 cent. sont au titre de 835 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes

Le poids des pièces d'argent de 5 francs est fixé à 25 grammes avec une tolérance de 3 millièmes; pour les pièces de 2 et de 1 franc, dont les poids sont de 10 et 5 grammes, la tolérance est de 5 millièmes; pour les pièces de 50 centimes (poids 2gr,50), de 7 millièmes.

Les médailles renferment plus d'argent : elles sont au titre de 950 millièmes, avec la même tolérance que pour les alliages de la monnaie.

Les alliages pour orfèvrerie sont au nombre de deux. Le premier, employé pour vaisselle et argenterie, est à 950 millièmes, avec une tolérance de 5 millièmes. Ainsi un couvert qui contient 945 millièmes d'argent pur est encore dans la limite fixée par la loi.

Le deuxième est de 800 millièmes; la tolérance au-dessous est de 5 millièmes. Il n'y a pas de limites fixées pour les titres au-dessus de 950 millièmes.

Dans ces derniers temps on a proposé de substituer dans les alliages d'argent le zinc au cuivre. D'après M. Peligot, un alliage de 800 argent et 200 zinc ne noircit pas dans les dissolutions de polysulfure.

Les monnaies d'or en France sont au titre de 900 millièmes.

La loi accorde une tolérance de 1 milième, soit au-dessus, soit au-dessous; les monnaies dont les titres sont entre 899 et 901 millièmes sont par conséquent encore au titre légal.

Les pièces de 20 francs pèsent 6gr,452 (tolérance 2 millièmes).
— 10 — 3 ,226 — 2
— 5 — 1 ,613 — 3

Les médailles sont plus riches en or que les monnaies : le titre est 916 millièmes d'or, avec une tolérance de 2 millièmes en dessus et en dessous.

Les alliages pour la bijouterie sont au nombre de trois :

Le premier est au titre de 920 millièmes;

Le second — 840 — ;

Le troisième, qui est le plus employé, est au titre de 750 millièmes, avec une tolérance de 3 millièmes au-dessous.

La tolérance est sans limite pour les titres qui dépassent 750 millièmes.

Pour les boîtes de montre en or destinées à l'exportation, la loi a créé un quatrième titre de 583 millièmes ou 14 carats.

Les objets destinés à l'exportation peuvent être fabriqués à tous titres, mais ne reçoivent pas le poinçon de l'Etat.

Le titre de l'or s'évaluait autrefois en carats, l'or pur étant à 24 carats, et l'or à 750 millièmes à 18 carats; le carat se subdivisait en 32es. Le titre de l'argent s'évaluait en deniers, l'argent pur étant à 12 deniers, et le denier se subdivisait en 24 grains.

La valeur légale du kilogramme d'or pur, à 1000 millièmes, est fixée à 3444 fr. 44 cent., ou 3100 francs pour l'or à 900 millièmes : sur ce dernier tarif, le Trésor exerce pour les frais de fabrication une retenue de 6 fr. 70, ce qui met le kilogramme d'or pur à 3437 francs, et celui d'or à 900, à 3093 fr. 30, au tarif du change.

Ainsi la pièce de 20 francs ne vaut, au tarif de change que 19 fr. 957.

Le souverain anglais, qui pèse 7gr,988 au titre de 916,66 millièmes, contient donc en métal pur 7gr,322 : il vaut donc au pair 25 fr. 22; mais versé aux bureaux du change de l'Hôtel des monnaies, il ne vaut que 25 fr. 15. La valeur légale du kilogramme d'argent est de 222 fr. 22 pour l'argent pur et de 200 francs pour l'argent à 900 millièmes : sur cette dernière valeur la retenue, pour frais de fabrication, est de 1 fr. 50, ce qui met la valeur, au tarif de change, de l'argent pur à 220 fr. 56, et celle de l'argent à 900, à 198 fr. 50.

Section III. — Grosse industrie chimique.

(212) *De l'échantillonnage.*

Pour les produits solides, livrés généralement à l'état pulvérulent ou en menus fragments, par chaque brouette, cuveau ou sac, on prendra au moment de la pesée, à l'aide d'une cuiller, un échantillon d'environ 1/2 kilogramme, qu'on mélangera dans un grand pot pouvant se boucher, afin d'éviter l'humidité. Le contenu de ce pot est ensuite déversé sur une table plane en pierre dure, broyé au besoin, bien mélangé, puis on procède comme pour les minerais (table 184).

Si la livraison se fait en tonneaux, soit sur chaque fût, soit sur tous les cinquièmes ou dixièmes, on perce un trou de 3 cm. de diamètre en un point de l'un des fonds, et on introduit une sonde ou cuiller, ayant la forme d'une gouttière, en fer ou en acier, entretenue très propre et sans rouille, et qu'on pousse jusqu'au centre du baril; on la fait tourner sur son axe et on retire l'échantillon moyen des différentes couches. On mélange ces différentes prises dans un bocal qu'on vide ensuite sur une grande feuille de papier; on écrase les parties agglomérées avec une spatule, puis on mélange rapidement le tout et on prend sur tous les points de la masse un peu de produit pour faire un échantillon moyen de 1 à 2 kilogrammes, lequel est encore bien mélangé et sert à remplir le flacon d'échantillon de 100 grammes au moins, en opérant comme pour le minerai (table 184) Il est essentiel d'opérer aussi vite que possible, surtout avec les substances qui s'altèrent à l'air ou absorbent l'humidité.

(213) *Préparation des liqueurs titrées.*

Les liqueurs titrées employées dans l'analyse et dans le titrage des produits chimiques sont de deux sortes : on désigne sous le nom de liqueurs *normales* celles qui renferment par litre l'équivalent du corps exprimé en grammes, en donnant au mot d'équivalent sa définition la plus large, c'est-à-dire le poids de la molécule du corps actif considéré comme monatomique : ainsi l'acide sulfurique $SO^4 H^2$, dont le poids moléculaire est de 98, aura pour nous un équivalent de

49, pour correspondre à la potasse KOH, dont le poids moléculaire est de 56; 49 grammes d'acide sulfurique monohydraté saturent en effet 56 grammes de potasse hydratée. La liqueur normale-décime, la plus employée, renferme l'équivalent dissous dans 10 litres : on la prépare en diluant à 1 litre 100 cc. de liqueur normale. On fait quelquefois usage de liqueur normale-centime.

Les autres liqueurs titrées, dites *arbitraires*, sont préparées le plus souvent de telle sorte qu'un centimètre cube corresponde à un milligramme ou à un centigramme de l'élément dosé.

L'usage des liqueurs normales ayant prévalu dans les laboratoires et dans l'industrie, nous donnerons surtout les méthodes qui reposent sur leur emploi.

Acide normal. — Le plus employé est l'acide sulfurique.

On fait un mélange d'acide sulfurique et d'eau, d'après les tables de densité (table 76), de manière qu'un litre renferme 40 grammes d'acide sulfurique anhydre, ou un peu plus. On prend 10 cc. de cette liqueur, et on y dose l'acide sulfurique par un sel de baryum. Un simple calcul indique la quantité d'acide sulfurique ou d'eau à ajouter pour que la liqueur renferme exactement 40 grammes d'acide sulfurique par litre.

Pour la liqueur normale contenant l'acide chlorhydrique, on opère d'une manière analogue; elle doit renfermer 36gr,500 d'acide chlorhydrique anhydre par litre; on en détermine le titre au moyen d'un sel d'argent, à l'état de chlorure d'argent.

La liqueur normale d'acide chlorhydrique est trop forte et perd de l'acide à l'air : il vaut mieux ne la préparer que décime ou au plus demi-normale.

On se sert rarement de l'acide nitrique normal, dont on établit le titre au moyen de l'alcali normal.

La meilleure manière de préparer les liqueurs normales est certainement de partir de l'acide oxalique normal; on dissout 63 grammes d'acide oxalique pur, en petits cristaux, volatil sans résidu, dans l'eau distillée, et on complète un litre à 15°. Il se garde à peu près indéfiniment à l'obscurité, en flacon bien fermé, et on l'emploie comme type pour préparer les liqueurs normales acides, alcalines et celles de permanganate. Il n'est pas très commode pour titrer les carbonates alcalino-terreux.

Alcali normal. — On dissout dans l'eau de la potasse à l'alcool ou de la baryte cristallisée, de manière à avoir des solutions équivalentes volume à volume avec celles des acides; ou bien on pèse exactement 53 grammes de carbonate de sodium pur et calciné, dissous dans l'eau de manière à faire un litre : cette solution est normale.

On peut aussi employer l'ammoniaque demi-normale.

Indicateurs. — Voyez section XVIII.

Mode opératoire. — Pour essayer un acide, on pèse un poids en décigrammes correspondant à son équivalent, c'est-à-dire au poids moléculaire de l'acide considéré comme monobasique; on le dissout dans 100 grammes d'eau et on prend 10 centimètres cubes de la solu-

tion ; le nombre de dixièmes de centimètre cube de liqueur alcaline nécessaire pour rendre la solution neutre au tournesol donne directement la quantité pour 100 d'acide réel.

Exemples. On prend :

4gr,9 acide sulfurique ;
3gr,646 acide chlorhydrique
6gr,300 acide azotique, etc.

De même pour les alcalis on pèsera :

5gr,61 potasse caustique ;
4 grammes soude caustique ;
5gr,300 carbonate de sodium anhydre, etc.,

et l'on titrera avec la liqueur normale acide.

(214) *Liqueurs pour les analyses par oxydation et par réduction.*

La solution normale de permanganate devrait renfermer 31gr,62 de ce sel, mais, comme elle s'altère rapidement, on en prépare d'habitude une solution de 25 à 30 grammes, dont on prend le titre chaque fois au moment de s'en servir. Le titre se prend soit au moyen du fil de clavecin (185), ou du sulfate de fer et d'ammonium cristallisé, qui renferme 1/7 juste de fer et dont on dissout 1 gramme environ dans l'eau bouillie acidulée par l'acide sulfurique, ou au moyen de l'acide oxalique normal dont 1 cc. = 0gr,008 d'oxygène ou 0gr,056 de fer métallique ; à 10 cc. d'acide oxalique on ajoute assez d'acide sulfurique pur pour échauffer la solution à 50-60° et on verse le permanganate jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre des solutions de permanganate s'exprime habituellement en fer ou en acide oxalique normal.

Dans le système des liqueurs normales, 2 molécules de fer à l'état de protosel absorbant 1 atome d'oxygène pour passer à l'état de peroxyde comptent pour un équivalent ; l'acide oxalique est exactement normal à 63 grammes par litre et est équivalent à 0gr,008 d'oxygène disponible ou absorbé par cc.

On peut garder pendant quelque temps la solution de sulfate de fer ammoniacal en l'additionnant de 5 à 10 pour 100 d'acide sulfurique et en la conservant, sous une couche de quelques centimètres de benzine ou de pétrole, dans un flacon ressemblant à une pissette ; on remplit la burette en soufflant et on bouche ensuite les tubes avec des caoutchoucs garnis de baguettes de verre.

On pèse 4gr,92 de bichromate de potassium pur, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

1 centimètre cube de cette solution correspond à 5 milligrammes 6 dixièmes de fer (0,0056) à l'état de sel ferreux. L'indice de la fin de la réaction est la coloration de l'iodure de potassium amidonné.

On pèse 24gr,800 d'hyposulfite de sodium cristallisé $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$ qu'on dissout dans l'eau pour compléter 1 litre.

On pèse d'un autre côté 12gr,700 iode et environ 18 grammes iodure de potassium, et l'on dissout dans l'eau pour faire 1 litre.

10 cc. d'hyposulfite de sodium doivent correspondre à 10 cc. de la solution iodique. L'essai se fait en présence de l'amidon.

Ces solutions sont normales-décimes.

(215) *Soufre.*

Le soufre brut de Sicile peut être dosé par dissolution dans le sulfure de carbone pur, dont on prend ensuite la densité. Le sulfure doit être purifié par digestion avec de l'oxyde de mercure et du mercure, puis distillé; on pèse 50 grammes de minerai pulvérisé et on le fait digérer avec 200 grammes de sulfure de carbone dans un vase fermé, à froid; on prend ensuite la température et la densité de la solution filtrée. La table **217** donne la teneur en soufre du sulfure de carbone d'après sa densité à 15°.

De 15 à 25°, on peut ramener la densité D^t à t' à la densité D à 15° par la formule

$$D = D^t + 0{,}0014\,(t - 15^\circ).$$

Le poids du soufre ainsi trouvé, multiplié par 4, donne la teneur en soufre de l'échantillon.

En outre, on dose l'eau en desséchant pendant quelques heures à l'étuve à 100°, un échantillon grossièrement concassé de 100 grammes. Les cendres sont déterminées sur 10 grammes dans une capsule de porcelaine tarée.

On examine de même le soufre régénéré des marcs de soude.

(216) *Sulfhydrométrie.*

On ajoute à la liqueur contenant de l'acide sulfhydrique un sulfure alcalin, de l'amidon et goutte à goutte de la liqueur d'iode normale-décime jusqu'à coloration. Le nombre de centimètres cubes de liqueur employée × 0gr,0016 donne le poids de soufre.

(217) *Densités des solutions de soufre dans le sulfure de carbone.*

Densités.	S. °/₀.	Densités.	S. °/₀.	Densités.	S. °/₀.	Densités.	S. °/₀.
1,271	0	1,305	8,2	1.340	16,6	1,375	27.4
275	0,9	310	9,4	345	17.9	380	30,2
280	2,1	315	10,6	350	19.0	385	33,2
285	3,4	320	11,8	355	20,4	390	36,7
290	4,6	325	13,1	360	21,8		
295	5,8	330	14.2	365	23,2		
300	7,0	335	15,4	370	25,1		

(218) *Gaz des fours à pyrite.*

On fait arriver le gaz dans un flacon de 250 cc. de capacité, muni d'un bouchon à 3 trous, par lesquels passent un tube plongeant au fond du flacon, un entonnoir à robinet et un tube effleurant le bouchon et relié à un aspirateur en verre dont le robinet d'écoulement est au niveau de l'extrémité du premier tube. Dans le flacon on introduit 50 cc. d'eau et un peu d'iode normal-décime avec de l'amidon. On fait passer le gaz jusqu'à ce que l'iodure d'amidon soit décoloré; à ce moment on arrête l'aspiration et on introduit par l'entonnoir à robinet 10 cc. d'iode normal-décime. On fait couler l'eau en la recueillant dans l'éprouvette; on arrête dès que l'iodure est décoloré, et on lit le volume d'eau écoulé, qui correspond au volume du gaz aspiré, plus $11^{cc},14$ de gaz acide sulfureux absorbé par l'iode. La quantité pour 100 d'acide sulfureux dans le gaz des fours s'obtient en divisant 1114 par le volume de l'eau écoulé, plus 11. La table ci-jointe donne le résultat.

Eau écoulée.	SO^2 %	Eau écoulée.	SO^2 %	Eau écoulée.	SO^2 %	Eau écoulée.	SO^2 %	Eau écoulée.	SO^2 %
82	12	100	10	128	8	148	7	175	6
90	11	113	9	138	7,5	160	6,5	192	5,5

(219) *Essai du salpêtre et du nitrate de sodium.*

1° *Eau.* — On dessèche 10 grammes de matières à 130° au bain d'air, dans une capsule de porcelaine tarée.

2° *Matière insoluble.* — Le résidu du premier dosage est dissous dans 150 cc. d'eau; on filtre sur un filtre taré, on lave et on complète 200 cc. avec les eaux de lavage. Le filtre est séché à 100° et pesé; on a ainsi le poids de matière insoluble, organique et minérale; en calcinant, celle-ci reste seule.

3° *Chlore.* — On le dose sur 20 cc. d'après la table **220**, et on calcule en chlorure de sodium.

4° *Sulfates.* — On les dose par pesée sur 20 ou 25 cc. et on les calcule en sulfate de sodium.

La somme de ces quatre éléments, plus pour les autres impuretés 1,2 pour 100, donne le degré de réfaction du nitrate, le reste étant compté pour nitrate pur.

5° *Acide nitrique.* — Dans les cas restreints où cela est nécessaire, on peut le doser par le procédé Schlœsing (table **336**);

1 cc. de bioxyde d'azote ramené à 0° et 760^{mm} = 0,003805 grammes de nitrate de sodium;

Ou par celui de Pelouze ;

On prend 1gr,500 de fil de clavecin et 30 à 40 cc. d'acide chlorhydrique pur, on dissout dans une cornue traversée par un courant d'hydrogène. Après dissolution, on ajoute par le col de la cornue une quantité de matière contenant au maximum 0,2 d'acide azotique. On fait bouillir et on dose par la liqueur normale de permanganate de potassium le fer excédant. Voy. t. 185.

Le poids du fer peroxydé $\times$ 0,3214 = Az^2O^5 contenu dans la substance ; log. du facteur = — 1,50705.

6° On peut aussi ajouter le nitrate (0,2 à 0,3) ou 5 cc. de la solution précédente du nitrate dans un petit ballon, avec un peu de sulfate ferreux sec et d'acide chlorhydrique : on déplace l'air par un courant d'acide carbonique, on fait bouillir jusqu'à expulsion du bioxyde d'azote, on laisse refroidir dans le courant du gaz carbonique, puis on sature à peu près par du bicarbonate de sodium. On ajoute de l'iodure de potassium pur, on bouche le ballon et on chauffe au bain-marie, vers 60° pendant quelque temps ; on laisse refroidir ; et sur tout ou partie du liquide dilué à 100 cc. on dose l'iode mis en liberté, en présence d'amidon, au moyen d'hyposulfite de sodium normal-décime dont 1 cc. = 0,0018 d'acide nitrique Az^2O^5 ou 0,00337 de nitrate de potassium, ou 0,00283 de nitrate de sodium.

Ces procédés sont applicables dans tous les cas où on a à doser des nitrates.

Appendice. — *Dosage des nitrites.* — Dans quelques cas il est nécessaire de doser les nitrites ou l'acide nitreux. On dilue la solution de telle sorte que, pour une partie d'acide nitreux, on ait au moins 1500 p. d'eau, on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à forte réaction acide, et on verse le permanganate. Quand la teinte rose disparaît difficilement, on chauffe vers 40°, et on achève le titrage : 1 cc. d'acide oxalique normal = 0,038 d'acide azoteux anhydre ou 0,069 de nitrite de sodium anhydre.

Si le produit renferme à la fois des nitrites et des nitrates, il faut défalquer des quantités de nitrate trouvées par les procédés indiqués le nitrite, en se basant sur ce que la molécule de nitrite donne autant de bioxyde d'azote, mais qu'elle oxyde trois fois moins de fer que celle du nitrate.

(220) *Essai du sel marin.*

L'échantillon est rendu homogène et on en broie finement une partie.

1° *Eau.* — On chauffe graduellement 5 grammes de sel dans un creuset de platine couvert, en maintenant quelques minutes au rouge faible.

2° *Chlore.* — On dissout 5gr,846 de sel dans 500 cc. d'eau, et on titre sur 25 cc.

On pèse 10gr,797 argent pur qu'on dissout dans l'acide nitrique pur. On évapore à sec et on dissout dans l'eau pour faire 1 litre. On peut encore peser 17 grammes de nitrate d'argent pur pour 1 litre d'eau.

10 cc. correspondent à 0gr,03546 de chlore ou à 0gr,05846 de chlorure de sodium.

La liqueur à titrer doit être neutre : on l'additionne d'un peu de chromate de potassium et on ajoute la liqueur titrée d'argent, jusqu'à ce que le liquide prenne une teinte rouge (chromate d'argent).

Du résultat obtenu on retranche 0gr,1, qui représentent l'argent absorbé par le chromate.

Si la liqueur était acide, on ajouterait un peu de carbonate de calcium précipité pur, dont la présence ne gêne en rien le titrage.

En doublant le nombre de centimètres cubes d'argent employés pour 25 cc. de sel, on a la quantité de chlorure de sodium pour 100.

Procédé au sulfocyanure. — Ce procédé, indiqué par Volhardt, est le seul qui permette de doser volumétriquement le chlore et l'argent en liqueur acide ; il est basé sur la précipitation de l'argent par les sulfocyanures, et la décomposition du sulfocyanure d'argent par les chlorures : l'excès de sulfocyanure est décelé par un sel ferrique. Le procédé ne s'applique pas au brome et à l'iode, dont les sels d'argent sont partiellement décomposés par le sulfocyanure.

On dissout environ 8 grammes de sulfocyanure d'ammonium dans un litre d'eau ; à 10 cc. de la solution normale-décime d'argent indiquée plus haut, on ajoute 5 cc. d'une solution à 20 pour 100 d'alun de fer pur, on étend à 150 ou 200 cc., on acidule par quelques gouttes d'acide nitrique pour rendre la solution moins colorée, enfin on verse goutte à goutte le sulfocyanure jusqu'à coloration rouge persistante ; on ramène la solution de sulfocyanure à être équivalente volume à volume avec celle d'argent. Dans ces conditions, 1 cc. de sulfocyanure = 0gr,010797 d'argent. Ce procédé est applicable au dosage de l'argent et sert dans certains hôtels monétaires ; il est assez sensible pour permettre l'usage de liqueurs normales-centimes. Il est inapplicable en présence de mercure et de palladium, mais le cuivre ne gêne en rien la réaction.

Pour doser le chlore, à la solution on ajoute 5 cc. d'alun de fer, puis de l'acide nitrique, enfin à l'aide de la burette remplie au 0° quelques gouttes de sulfocyanure ; et au moyen d'une pipette de 5 ou 10 cc. on introduit la liqueur d'argent jusqu'à ce que la couleur rouge disparaisse ; on note le volume employé, et on dose l'excès d'argent par le sulfocyanure de la burette ; en retranchant ce volume de celui de l'argent, on calcule la différence en chlore ou chlorure de sodium.

3° *Matière insoluble.* — On fait digérer 10gr de sel avec 250 cc. d'eau dans un becherglas ; on filtre dans un ballon jaugé de 500 cc. et on complète avec les eaux de lavage. S'il restait du sulfate de calcium non dissous, il faudrait le faire digérer avec un peu d'acide chlor-

hydrique, ou le broyer finement avec de l'eau, qu'on décanterait sur le filtre, en renouvelant cette opération jusqu'à ce que tout soit dissous. Le filtre est ensuite séché et calciné.

4° *Chaux.* — Sur 150 cc. on la dose par l'oxalate d'ammonium et l'ammoniaque; après 12 heures on filtre, on lave, on sèche et l'on calcine pendant 20 minutes sur un fort chalumeau; la chaux qui reste est pesée, et le poids multiplié par 2,4286 donne celui du sulfate de calcium correspondant. Sur 150 cc. on peut doser l'acide sulfurique en poids, et sur 100 cc. la magnésie à l'état de pyrophosphate.

Dans le sel provenant de la fabrication du salpêtre, on dose le nitrate par le procédé Schlœsing.

(221) *Essai de sulfate de sodium.*

1° On pèse 20 grammes de sulfate qu'on dissout dans 250 cc. d'eau, et sur 50 cc. équivalant à 4 grammes de sel on dose l'acidité par la soude normale, dont chaque centimètre cube équivaut alors à 1 pour 100 d'acide sulfurique anhydre.

S'il y a en présence beaucoup de fer et d'alumine, il vaut mieux ne pas ajouter de tournesol, et arrêter le titrage à l'apparition du trouble floconneux.

2° La solution ainsi neutralisée est titrée à l'argent et au chromate et on calcule en chlorure de sodium; chaque centimètre cube d'argent, dans ce cas, équivaut à 0,146 pour 100 de NaCl.

Ces essais suffisent dans l'intérieur de l'usine ; pour le sulfate destiné à la vente, il convient d'ajouter les dosages suivants.

3° On détermine l'eau et la matière insoluble (219, 2°).

4° On dose la magnésie à l'état de phosphate ammoniacal ; le fer sur 125 cc. de la solution indiquée plus haut, en réduisant le peroxyde par le zinc et l'acide sulfurique, dosant le protoxyde au permanganate et calculant en peroxyde : les sulfates destinés à la fabrication du verre doivent en renfermer le moins possible.

5° Enfin 25 cc. de solution sont précipités par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammonium ; on sépare par filtration le précipité, qu'on lave et qu'on calcine : du poids de chaux trouvé il faut déduire celui de l'oxyde de fer. Le liquide et les eaux de lavage sont amenés à 100 cc. ; on en évapore à sec 50 cc. avec quelques gouttes d'acide sulfurique, on calcine, on humecte de carbonate d'ammonium, on calcine et l'on pèse. Du résidu on retranche le poids de sulfate de magnésium (obtenu en multipliant par 3 celui de la magnésie trouvée) et le chlorure de sodium (1 de chlorure de sodium = 1,2136 de sulfate, ou bien par chaque centimètre cube de nitrate d'argent trouvé dans l'essai on déduit $0^{g},00177$ de sulfate de sodium) et le reste donne le sulfate de sodium contenu dans 1 gramme de matière.

Pour le sulfate provenant de la fabrication de l'acide nitrique, outre les dosages 1 et 3, on détermine l'acide nitrique d'après 219.

(222) *Essais des soudes brutes.*

A. On prend un échantillon moyen de 50 grammes, pulvérisé, qu'on fait digérer avec 450 cc. d'eau vers 45°; après quelques heures on complète 500 cc. et on laisse reposer 3 heures; on filtre.

1° On en titre 20 cc. (2gr de produit) en présence d'orangé de méthyle à froid, par l'acide chlorhydrique normal; on a la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure de sodium.

2° Dans un ballon jaugé à 100 cc. on introduit 40 cc. de solution et 20 cc. de solution à 10 pour 100 de chlorure de baryum; on remplit d'eau bouillante, on agite et l'on bouche. Quand le liquide est reposé, on filtre en récoltant 50 cc. qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence de phtaléine du phénol : on a la somme du sulfure et de l'oxyde de sodium.

3° Enfin 20 cc. sont dilués à 200 environ et acidulés par l'acide acétique; on ajoute de l'empois d'amidon et de l'iode décime jusqu'à coloration bleue : 1 cc. d'iode = 0,0039 de sulfure de sodium, ou 0,195 pour 100. 1 cc. d'acide chlorhydrique normal = 0gr,031 d'oxyde, 0gr,053 de carbonate et 0gr,039 de sulfure de sodium.

4° D'autre part, on dose le chlore au sulfocyanure sur 10 cc. et les sulfates par pesée; 1gr de sulfate de baryum = 0,6094 de sulfate de sodium.

B. Dans d'autres usines, on emploie la marche suivante :

Sur 50 cc. de la solution (5 gr.), on prend le degré alcalimétrique (225), puis sur 50 cc. on précipite le carbonate par le chlorure de baryum et on reprend le degré.

A 50 cc. de solution on ajoute avec une burette alcalimétrique une solution de chlorure de soude à 42°, c'est-à-dire renfermant 8,4 volumes de chlore : on s'arrête quand une goutte de liquide ne colore plus en brun une goutte de solution alcaline de plomb déposée sur une soucoupe. On compte en degrés de l'alcalimètre le volume de solution employée : 1° = 0,00266 de sulfure de sodium.

Enfin les 350 cc. restants sont évaporés à sec et calcinés dans une capsule en fer : sur 5 grammes de sel obtenu, on reprend le degré alcalimétrique.

C. 1° Les *lessives brutes* doivent être prélevées et maintenues pendant l'analyse à 40°, avant leur cristallisation. On en prend la densité en degrés Baumé; puis dans une capsule de platine on en évapore 10 cc., on calcine au rouge et on pèse le résidu.

2° Sur 2 cc. mesurés exactement, on dose la somme du carbonate, de l'oxyde et du sulfure en ajoutant de l'eau froide et de l'orangé de méthyle puis titrant à l'acide chlorhydrique normal.

3° On précipite le carbonate par le chlorure de baryum, comme il est dit plus haut, sur 4 cc., et on dose le total de l'oxyde et du sul-

fure : ce dernier est dosé par l'iode sur 2 cc., et on calcule les résultats comme pour la soude brute. Avec le sulfure on dose l'hyposulfite ; l'erreur est négligeable ; on pourrait précipiter le sulfure par un sel de zinc, doser l'hyposulfite seul et le déduire.

4° Le soufre total se détermine en oxydant 5 cc. par un excès de chlorure de chaux et d'acide chlorhydrique : le liquide, qui doit sentir fortement le chlore, est chauffé à l'ébullition, filtré, et précipité par le chlorure de baryum ; on déduit la quantité de sulfate de baryum donnée par le dosage direct de l'acide sulfurique (ce qui donne le sulfate de sodium), et on calcule le reste en soufre : la différence de ce chiffre avec celui qui correspond à l'iode décime donne la moitié du soufre des hyposulfites.

5° Le chlorure de sodium est dosé par liqueur titrée (table 220).

6° On détermine la silice, l'alumine et le fer sur 100 cc. qu'on sursature par l'acide chlorhydrique ; on fait bouillir, on ajoute un excès de sel ammoniac, et d'ammoniaque qu'on chasse par l'ébullition ; on filtre, on lave à l'eau froide (qui bleuit le précipité), on calcine et on pèse le tout ensemble.

7° Enfin, pour le cyanure, on prend de 20 à 100 cc. de lessive, on acidule par l'acide chlorhydrique et on ajoute avec une burette une solution concentrée de chlorure de chaux, en agitant bien, jusqu'à ce qu'une goutte ne donne plus de tache bleue avec une goutte de perchlorure de fer pur (exempt de protosel), sur une soucoupe de porcelaine ; on chasse l'excès de chlore par la chaleur. On ajoute alors une solution normale-décime de sulfate de cuivre cristallisé (12gr,47 par litre) en faisant des essais à la touche avec du sulfate ferreux pur jusqu'à ce que le précipité ne soit plus bleu ou gris, mais nettement rougeâtre, en disparaissant assez vite ; par centimètre cube de sulfate de cuivre employé, on compte 0gr,01013 de ferrocyanure de sodium. Il est utile de titrer la solution de cuivre avec du ferrocyanure de potassium pur, oxydé comme il est dit.

Dans la plupart des usines, on se contente du degré Baumé, de l'alcali (carbonate et oxyde), de l'oxyde et du sulfure. Pour doser ce dernier, on se sert souvent du procédé suivant :

3° *b*. On dissout 27gr.69 d'argent fin dans l'acide nitrique pur ; on évapore à sec, on redissout avec 250 cc. d'ammoniaque et on complète un litre ; à 20 cc. de solution de soude brute, additionnée d'ammoniaque et soumise à l'ébullition, on ajoute la liqueur d'argent jusqu'à ce qu'une tâte filtrée ne donne plus qu'un léger trouble par une goutte de solution d'argent ; 1 cc. de celle-ci correspond à 1 centigramme de Na^2S.

Les sulfates se dosent aussi par un procédé volumétrique assez exact pour les sels alcalins. On dissout 122 grammes de chlorure de baryum cristallisé pour un litre d'eau, et d'autre part 73gr,8 de bichromate de potassium pur pour un litre. Un volume de lessive est traité à l'ébullition par un léger excès d'acide chlorhydrique ; on sursature par l'ammoniaque exempte de carbonates, et on ajoute en faisant bouillir légèrement un volume mesuré et en excès de chlo-

rure de baryum; puis, après un moment, et sans interrompre l'ébullition, on verse le bichromate jusqu'à ce que le liquide clair soit jaune; on retranche du nombre de centimètres cubes de chlorure celui du bichromate, et le reste multiplié par 0,04 donne le poids de l'acide sulfurique.

D. Les *lessives carbonatées* sont analysées comme les précédentes, sauf, bien entendu, l'alcali caustique. On détermine en outre le bicarbonate en versant dans un ballon de 100 cc., 20 cc. de lessive, 10 cc. d'ammoniaque demi-normale, exempte de carbonate, à $8^{gr},5$ de AzH^3 nette par litre, et un excès de chlorure de baryum, complétant le volume avec de l'eau froide. Après repos on filtre 50 cc. juste, qu'on titre par l'acide chlorhydrique normal en présence d'orangé 3 : soit v le volume d'acide employé; 11 (10 — v) donne en milligrammes la quantité d'acide carbonique à l'état de bicarbonate dans le volume de lessive; d'autre part, le volume d'acide chlorhydrique normal employé à froid, pour 20 cc. de même lessive, et multiplié par 22, donne les milligrammes d'acide carbonique à l'état de carbonate neutre; la somme donne l'acide total.

E. *Marcs de soude.* — Il est nécessaire de prélever avec soin l'échantillon moyen et de le préserver du contact de l'air; on en pèse à l'état humide 50 grammes qu'on fait digérer une demi-heure avec 450 cc. à 40°; on complète 500 cc. et on agite. On prélève 50 cc. qu'on évapore à sec dans une capsule de porcelaine avec du carbonate d'ammonium; on calcine légèrement, on reprend par l'eau, on filtre et on titre par l'acide normal.

On peut doser le soufre en oxydant 2 grammes par le chlorure de chaux et l'acide chlorhydrique, comme nous l'avons expliqué pour les lessives brutes; on déduira l'acide sulfurique préexistant, déterminé sur 2 grammes qu'on fait bouillir avec l'acide chlorhydrique faible. On filtre, on lave à l'acide chlorhydrique faible, on sature à peu près par du carbonate de sodium et on précipite par le chlorure de baryum.

F. *Eaux mères des cristaux.* — On opère comme pour les lessives brutes.

(223) *Essai des potasses*, d'après Gay-Lussac.

Acide sulfurique à 66°.....	100 grammes.
Eau distillée pour amener le volume à..	1 litre.

On pèse $48^{gr},07$ de potasse à essayer; on dissout dans la quantité d'eau nécessaire pour faire 500 cc.

On opère sur 50 cc. de ladite solution additionnée de tournesol, et on y verse la liqueur acide au moyen d'une burette divisée en demi-centimètres cubes.

1/2 centimètre cube = 1 pour 100 de potasse K^2O dans l'échantillon : c'est le degré pondéral.

(224) *Essai d'après* Descroisilles.

La liqueur d'épreuve est la même que dans l'essai précédent.

On pèse 5 grammes de potasse que l'on dissout dans l'eau et que l'on sature en présence du tournesol, par la liqueur acide versée au moyen d'un *alcalimètre* portant 100 divisions dont chacune équivaut à $0^{gr},500$ de liqueur d'épreuve. Le nombre de divisions indique le degré alcalimétrique.

Pour la conversion des titres, voir table **227**.

(225). *Essai des soudes.*

Pour l'essai, on pèse $34^{gr},63$ de carbonate de sodium et on fait 500 cc. de solution. On opère exactement comme pour l'essai de potasse. On obtient ainsi la quantité de Na^2O pour 100.

L'essai alcalimétrique des soudes se pratique sur 5 grammes, comme celui des potasses.

Avec le système des liqueurs normales, on dissout 53 grammes de matière dans 1 litre d'eau, et du liquide clarifié par le repos on prend 50 cc. qu'on titre avec l'acide normal dont 1/2 cc. = 1 pour 100 de Na^2CO^3.

Pour l'analyse complète, on dose en outre le résidu insoluble, la soude caustique, le chlorure, le sulfure, le sulfite et le sulfate de sodium, d'après la table **222** et le fer d'après **185** en le réduisant par le zinc.

(226) *Analyse des potasses.*

On dessèche 10 grammes de produit sur un bec de gaz jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, et on détermine la perte du poids, qui est l'humidité. On dissout le résidu dans l'eau chaude, on filtre sur un filtre taré, on complète avec les eaux de lavage 500 cc.; et le filtre est desséché, incinéré et le résidu insoluble pesé. Sur 50 cc. de liqueur on détermine l'alcalinité en carbonate de potassium, par l'acide normal. Dans 50 cc. on dose le chlore, en calculant en chlorure de potassium; sur 100 cc. l'acide sulfurique (le poids de sulfate de baryum $\times$ 0,7474 donne le poids du sulfate de potassium correspondant), ou par liqueur titrée (222); enfin on dose la potasse, soit par le chlorure de platine, soit d'après 335. La différence entre la potasse totale et la somme du sulfate et du chlorure de potassium est calculée en carbonate de potassium, et le reste de l'alcalinité est alors calculé en carbonate de sodium.

Pour le dosage de la potasse dans les chlorures et sulfates, voyez 335.

(227) *Potasse. — Conversion des titres alcalimétrique et pondéral.*

Titre pondéral en alcalimétrique.					
Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.
1	1,04	9	9,36	45	46,81
2	2,08	10	10,40	50	52,01
3	3,12	15	15,60	55	57,21
4	4,16	20	20,80	60	62,41
5	5,21	25	26	65	67,61
6	6,24	30	31,20	70	72,81
7	7,28	35	36,41	75	78,01
8	8,32	40	41,61	80	83,21

Alcalimétrique en pondéral.					
Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.	Alcalimétrique.	Pondéral.
1	0,96	9	8,65	45	43,26
2	1,92	10	9,61	50	48,07
3	2,88	15	14,42	55	52,88
4	3,85	20	19,23	60	57,68
5	4,81	25	24.03	65	62,49
6	5,77	30	28,84	70	67,30
7	6,73	35	33.65	75	72,10
8	7,69	40	38,46	80	76,94

(228) *Dosage des alcalis, d'après* Fresenius et Will.

Dans un appareil à doser l'acide carbonique par différence de poids, soit celui de Fresenius et Will, de Wurtz, de Geissler, ou tout autre, destiné au même but, on introduit un poids de carbonate égal à $6^{gr},285$ de carbonate de potassium, $4^{gr},822$, pour celui de sodium et $4^{gr},545$ pour celui de calcium; on ajoute un excès d'acide dans le tube à robinet de l'appareil de Geissler, ou de l'acide sulfurique concentré dans le second ballon des autres appareils et on pèse le tout, puis on fait arriver l'acide sur le carbonate.

Quand le dégagement a cessé, on chauffe l'appareil vers 60° au bain-marie, en faisant arriver dans le ballon à décomposition de l'air sec qui entraîne l'acide carbonique et sort séché par le tube à acide sulfurique. On pèse l'appareil refroidi et la moitié du nombre de centigrammes perdus par l'appareil donne la quantité pour 100 de carbonate.

(229) *Table donnant la richesse de la soude en carbonate de sodium sec à* n *°/₀ ou à* n *degrés.*

La première colonne indique la richesse centésimale en soude Na^2O, calculée d'après l'équivalent exact ou le demi-poids moléculaire de l'oxyde de sodium, 31. Elle correspond à ce qu'en France on nomme degrés de Gay-Lussac ; c'est le degré pondéral.

La seconde colonne donne les quantités de carbonate de sodium (CO^3Na^2) qui correspondent aux quantités d'oxyde (Na^2O) de la première colonne. En Allemagne, en Russie, etc., la soude calcinée est vendue suivant sa richesse centésimale en carbonate de sodium.

La troisième colonne contient la richesse centésimale en oxyde Na^2O, d'après l'épreuve anglaise, qui est basée sur l'ancien équivalent encore usité dans le commerce de la soude ou sur le demi-poids moléculaire, 32.

La quatrième colonne donne les degrés correspondants de l'alcalimètre de Descroizilles. Ces degrés indiquent combien de parties en poids d'acide sulfurique monohydraté SO^4H^2 sont neutralisées par 100 parties de la substance essayée.

Les degrés Descroizilles s'appliquent évidemment tout aussi bien à la soude caustique qu'à la soude carbonatée. C'est ainsi que 3gr,875 de Na^2O, 5 grammes de NaHO et 6gr,625 de CO^3Na^2 présentent le même titre alcalimétrique exigeant la même quantité de SO^4H^2, soit 6gr,125 pour la saturation.

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Décroizilles.
30,0	54,29	30,39	47,42	37,5	64,11	37,99	59,27
30,5	52,14	30,90	48,21	38,0	69,97	38,50	60,06
31,0	53,00	31,41	49,00	38,5	65,82	39,00	60,85
31,5	53,85	31,91	49,79	39,0	66,68	39,51	61,64
32,0	54,71	32,42	50,58	39,5	67,53	40,02	62,43
32,5	55,56	32,92	51,37	40,0	68,39	40,52	63,22
33,0	56,42	33,43	52,16	40,5	69,24	41,03	64,01
33,5	57,27	33,94	52,95	41,0	70,10	41,54	64,81
34,0	58,13	34,44	54,74	41,5	70,95	42,04	65,60
34,5	58,98	34,95	54,53	42,0	71,81	42,55	66,39
35,0	59,84	35,46	55,32	42,5	72,66	43,06	67,18
35,5	60,69	35,96	56,11	43,0	73,52	43,57	67,97
36,0	61,55	36,47	56,90	43,5	74,37	44,07	68,76
36,5	62,40	36,98	57,69	44,0	75,23	44,58	69,55
37,0	63,26	37,48	58,48	44,5	76,08	45,08	70,34

Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.	Oxyde sodique Na^2O pour 100.	Carbonate sodique CO^3Na^2 pour 100.	Degrés anglais ou Na^2O pour 100 (anc. équivalent).	Degrés français d'après Descroizilles.
45,0	76,95	45,59	71,13	61,5	105,15	62,31	97,21
45,5	77,80	46,10	71,92	62,0	106,01	62,82	98,00
46,0	78,66	46,60	72,71	62,5	106,86	63,32	98,79
46,5	79,51	47,11	73,50	63,0	107,72	63,83	99,58
47,0	80,37	47,62	74,29	63,5	108,57	64,33	100,37
47,5	81,22	48,12	75,08	64,0	109,43	64,84	101,16
48,0	82,07	48,63	75,87	64,5	110,28	65,35	101,95
48,5	82,93	49,14	76,66	65,0	111,14	65,85	102,74
49,0	83,78	49,64	77,45	65,5	111,99	66,36	103,53
49,5	84,64	50,15	78,24	66,0	112,85	66,87	104,32
50,0	85,48	50,66	79,03	66,5	113,70	67,37	105,11
50,5	86,34	51,16	79,82	67,0	114,56	67,88	105,90
51,0	87,19	51,67	80,61	67,5	115,41	68,39	106,69
51,5	88,05	52,18	81,40	68,0	116,27	68,89	107,48
52,0	88,90	52,68	82,19	68,5	117,12	69,40	108,27
52,5	89,76	53,19	82,98	69,0	117,98	69,91	109,06
53,0	90,61	53,70	83,77	69,5	118,83	70,41	109,85
53,5	91,47	54,20	84,56	70,0	119,69	70,92	110,64
54,0	92,32	54,71	85,35	70,5	120,53	71,43	111,43
54,5	93,18	55,22	86,14	71,0	121,39	71,93	112,23
55,0	94,03	55,72	86,93	71,5	122,24	72,44	113,02
55,5	94,89	56,23	87,72	72,0	123,10	72,95	113,81
56,0	95,74	56,74	88,52	72,5	123,95	73,45	114,60
56,5	96,60	57,24	89,31	73,0	124,81	73,96	115,39
57,0	97,45	57,75	90,10	73,5	125,66	74,47	116,18
57,5	98,31	58,26	90,89	74,0	126,52	74,97	116,97
58,0	99,16	58,76	91,68	74,5	127,37	75,48	117,76
58,5	100,02	59,27	92,47	75,0	128,23	75,99	118,55
59,0	100,87	59,77	93,26	75,5	129,08	76,49	119,34
59,5	101,73	60,28	94,05	76,0	129,94	77,00	120,13
60,0	102,58	60,79	94,84	76,5	130,79	77,51	120,92
60,5	103,44	61,30	95,63	77,0	131,65	78,01	121,71
61,0	104,30	61,80	96,42	77,5	132,50	78,52	122,50

(230) *Procédé de* GRAEGER *pour la détermination de la soude dans les potasses.*

On dissout une prise d'essai de 6gr,911 dans 100 centimètres cubes d'eau, on recueille et pèse les matières insolubles, on dose volumétrique-

ment dans une portion de la liqueur l'acide sulfurique et chlorhydrique combinés, on les transforme par le calcul en sels de potassium, et on conclut par différence le poids des carbonates alcalins purs.

On procède ensuite au titrage du carbonate à l'aide d'une solution normale d'acide nitrique (63gr AzO^3H par litre, correspondant, à 69gr, CO^3K^2). Le rapport des carbonates est donné par la table ci-dessous.

CO^3K^2.	CO^3Na^2.		Acide normal.	CO^3K^2.	CO^3Na^2.		Acide normal.
—	—		—	—	—		—
1gr,00	+ 0,00	exige	14cc,47	0gr,45	+ 0,55	exige	16cc,89
0 ,95	+ 0,05		14 ,69	0 ,40	+ 0,60		17 ,11
0 ,90	+ 0,10		14 ,92	0 ,35	+ 0,65		17 ,33
0 ,85	+ 0,15		14 ,14	0 ,30	+ 0,70		17 ,55
0 ,80	+ 0,20		15 ,35	0 ,25	+ 0,75		17 ,76
0 ,75	+ 0.25		15 ,57	0 ,20	+ 0.80		17 ,97
0 ,70	+ 0,30		15 ,79	0 ,15	+ 0,85		18 ,19
0 ,65	+ 0,35		16 ,01	0 ,10	+ 0,90		18 ,40
0 ,60	+ 0,40		16 ,23	0 ,05	+ 0,95		18 ,62
0 ,55	+ 0,45		16 ,45	0 ,00	+ 1,00		18 ,84
0 ,50	+ 0,50		16 ,67				

Section IV. — Manganèses, Chlorométrie et Blanchiment.

(231) *Essai du chlorure de chaux par la méthode* GAY-LUSSAC.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau pour faire 1 litre

On pèse 13gr,960 acide arsénieux vitreux et on les dissout dans HCl, puis on ajoute de l'eau pour faire 1 litre.

Ou bien on opère de la même façon avec 4gr,439 seulement d'acide arsénieux (chiffres de Gay-Lussac), ou 4gr,425, chiffres rectifiés.

On verse dans un verre 10 cc. de la liqueur arsénieuse avec une goutte d'indigo, et l'on ajoute la liqueur chlorée avec une burette jusqu'à décoloration. La quantité employée contenait 1 décigramme de chlore si l'on a pris la liqueur à 13gr,96 d'acide arsénieux et 10 cc. de gaz chlore si l'on a choisi l'autre.

On divisera donc 1000 (degrés français) par le nombre de centimètres cubes de liqueur à 4gr,439, ou 100 (degrés anglais) par volume employé en centimètres cubes de l'autre liqueur; le quotient sera le degré. La burette chlorométrique donne directement le degré français.

(232) *Méthode de* Penot.

On pèse 10 grammes du chlorure de chaux à essayer, et on les dissout dans l'eau de façon à faire 1 litre.

On pèse 4gr,425 d'acide arsénieux vitreux, qu'on dissout, au moyen du bicarbonate de sodium, dans l'eau, de façon à faire 1 litre.

On verse dans un verre 10 cc. de liqueur chlorée, puis, avec une burette, la liqueur arsénieuse jusqu'à ce qu'une goutte du liquide ne colore plus le papier ioduré ci-dessous. On peut dépasser à dessein ce terme et revenir avec une liqueur titrée d'iode, après avoir ajouté de l'amidon.

1 cc. de liqueur arsénieuse correspond à 0gr,003177 63 de chlore, ou 10 cc. de gaz chlore, ou à 10° français.

Dans le système des liqueurs normales, on pèse 7gr,1 de chlorure de chaux bien mélangé, on broie avec de l'eau, on introduit la bouillie dans un matras de 1 litre, on remplit jusqu'au trait, et à 50 cc. on ajoute la solution arsenicale normale décime en essayant au papier ioduré. Le nombre de centimètres cubes employés donne le degré anglais.

La liqueur titrée se prépare en faisant bouillir 4gr,95 d'acide arsénieux pur avec 10 grammes de bicarbonate de sodium et 300 cc. d'eau environ; après refroidissement on ajoute à la solution 10 grammes de bicarbonate et on complète 1 litre. Cette solution correspond volume à volume avec celle d'iode décime (table 214).

On peut aussi ajouter un volume mesuré d'arsénite, dont on titre l'excès par l'iode décime en présence d'amidon.

(233) *Préparation du papier à l'iodure de potassium, d'après* Fresenius.

On pèse 3 grammes d'amidon, on les délaye dans 250 cc. d'eau froide et l'on porte à l'ébullition en remuant: on ajoute ensuite 1 gramme d'iodure de potassium et 1 gramme de carbonate de sodium, puis la quantité d'eau nécessaire pour compléter 1 litre. Dans la solution on trempe du papier (non collé), on le laisse sécher et on le conserve dans un flacon fermé.

Le papier fraîchement imprégné de cette solution est plus sensible qu'après dessiccation.

(234) *Méthode de* Bunsen.

On verse 25 cc. de la solution précédente de chlorure de chaux dans un vase à fond plat, on ajoute 2 grammes d'iodure de potassium en solution, on acidifie avec l'acide chlorhydrique et on dose l'iode mis en liberté, par l'hyposulfite de sodium titré (liqueur normale). (Voy. table 214).

(235) *Conversion des degrés chlorométriques anglais et français.*

Le degré français indique combien 1 kilogramme de chlorure de chaux donne de litres de chlore à 0° et à 760mm de pression.

Le degré anglais indique la quantité en poids de chlore actif dans 100 parties de chlorure de chaux. — C'est le degré employé en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.	Degrés français	Degrés anglais.
63	20,02	80	25,42	97	30,82	114	36,22
64	20,34	81	25,74	98	31,14	115	36,54
65	20,65	82	26,06	99	31,46	116	36,86
66	20,97	83	26,37	100	31,78	117	37,18
67	21,29	84	26,69	101	32,09	118	37,50
68	21,61	85	27,01	102	32,41	119	37,81
69	21,93	86	27,33	103	32,73	120	38,13
70	22,24	87	27,65	104	33,05	121	38,45
71	22,56	88	27,96	105	33,36	122	38,77
72	22,88	89	28,28	106	33,68	123	39,08
73	23,20	90	28,60	107	34,00	124	39,40
74	23,51	91	28,92	108	34,32	125	39,72
75	23,83	92	29,23	109	34,64	126	40,04
76	24,15	93	29,55	110	34,95	127	40,36
77	24,47	94	29,87	111	35,27	128	40,67
78	24,79	95	30,19	112	35,59		
79	25,10	96	30,51	113	35,91		

(236) *Essai de manganèse.*

On reçoit dans une solution étendue de potasse le chlore dégagé par l'action d'un certain poids de bioxyde de manganèse sur l'acide chlorhydrique, et l'on dose le chlore comme ci-dessus.

1gr,2267 MnO^2 donnent 1 gramme de chlore.

(237) *Méthode* FRESENIUS *et* WILL.

On prend 2gr,966 de peroxyde de manganèse à essayer et on l'introduit dans l'appareil Fresenius. On ajoute 7gr,500 d'oxalate neutre de potassium, on remplit l'appareil au tiers d'eau, et l'on pèse; puis l'on fait arriver l'acide sulfurique sur le manganèse.

Il se dégage de l'acide carbonique qu'on expulse en observant les précautions décrites à la table **228**. La perte de poids éprouvée par l'appareil représente le poids de l'acide carbonique dégagé. Ce poids comprend l'acide carbonique des carbonates et celui formé par oxydation de l'acide oxalique; la première quantité étant dosée à part ou dans la même opération avant l'addition de l'oxalate, on trouve par différence le poids de l'acide carbonique correspondant au peroxyde de manganèse. Le tiers de ce poids exprimé en centigrammes donne la quantité pour 100 de peroxyde de manganèse pur.

(228) *Essai des manganèses.*

1° L'eau se dose par dessiccation à 100° (120° d'après Fresenius).

2° On dose l'acide carbonique soit d'après la table **228**, soit en mettant un poids déterminé, 3 à 10 grammes, de manganèse dans un ballon muni d'un tube de sûreté et relié à un système de tubes absorbants composé de : 1° un tube à chlorure de calcium (non alcalin); 2° un tube à pierre ponce imprégnée de sulfate de cuivre et desséchée; 3° un tube à chlorure de calcium ; 4° un tube à chaux sodée; 5° un tube dont la première branche est garnie de chaux sodée et l'autre de chlorure de calcium; enfin 6° un tube pareil, mais dont le chlorure de calcium est disposé dans la première branche. On pèse les tubes 4 et 5 avant et après l'opération. On dispose en avant de l'appareil un tube pareil au n° 6, et par le tube de sûreté on fait arriver au moyen d'un entonnoir 10 à 15 cc. d'acide sulfurique faible, à 10 pour 100; on réunit alors le tube de sûreté au tube en U par un caoutchouc, et, à l'aide d'un aspirateur, on fait passer un lent courant d'air à travers l'appareil, en chauffant modérément le contenu du ballon. On surveille l'échauffement du tube 4 qui indique la vitesse de l'absorption. Il ne reste plus, après refroidissement complet, qu'à peser les tubes 4 et 5, dont l'augmentation de poids correspond à l'acide carbonique.

3° *Dosage du bioxyde.* — On pèse 1gr,0875 de peroxyde finement pulvérisé, on l'introduit dans un ballon dont le bouchon porte une soupape en caoutchouc. On ajoute exactement 75 cc. d'une solution renfermant par litre 100 grammes juste de sulfate ferreux et 100 grammes d'acide sulfurique, titré le jour même par rapport au permanganate demi-normal (15gr par litre). On bouche le ballon, que l'on chauffe jusqu'à ce que le dépôt ne soit plus brun. Après refroidissement, on ajoute 200 cc. d'eau et on dose le fer restant : la différence des volumes employés de permanganate demi-normal est calculée en peroxyde de manganèse, en comptant pour 1 cc., 0,02175 de peroxyde, soit 2 pour 100. Si on n'a que peu d'essais à faire, il vaut mieux dissoudre deux portions égales de 0gr,5 de fer pur (longueurs égales de fil de clavecin) dans l'acide sulfurique étendu et chaud, ajouter à l'une des solutions 0gr,5 de peroxyde de manganèse, et titrer les deux au permanganate; la différence des volumes employés est calculée en fer métallique, par un calcul de proportion; et pour 1 de fer on compte 0,7768 de peroxyde de manganèse.

Autre méthode. — On pèse 0gr,500 de peroxyde de manganèse, qu'on verse dans 25 cc. d'acide oxalique titré (table **213**) ; on ajoute de l'eau, puis on acidifie fortement par l'acide sulfurique ; on chauffe pour chasser l'acide carbonique, enfin on titre l'excès d'acide oxalique par le permanganate de potassium.

1 cc. d'acide oxalique normal détruit correspond à 43mgr,5 de peroxyde de manganèse.

4° *Acide chlorhydrique consommé.* — Dans un ballon on introduit 1 gramme de peroxyde de manganèse et 10 cc. d'acide chlorhy-

drique ordinaire, servant à la fabrication du chlore, et dont on a établi le titre au préalable avec une lessive alcaline double-normale (ou plus forte). On ferme avec un bouchon de caoutchouc muni d'un tube de 8 millimètres au moins de diamètre intérieur et de 1m,50 de long; on fait bouillir et, après refroidissement, on titre le contenu du ballon avec la même lessive alcaline, en s'arrêtant quand il se forme des flocons de peroxyde de fer (inutile d'ajouter un indicateur). De la différence des titres on calcule la quantité d' acide chlorhydrique consommé.

(239) *Procédé Weldon.*

On rend la boue bien homogène par agitation, et l'on puise les volumes voulus avec des pipettes à un seul trait qu'on lave extérieurement avant d'affleurer au trait; on laisse couler et on lave l'intérieur de la pipette pour ne rien perdre.

1° *Dosage du bioxyde.* — Dans 25 cc. de fer (table 238, 3°) titré au permanganate demi-normal, on laisse couler 10 cc. de la boue, mesurés avec les précautions indiquées; on lave l'intérieur de la pipette; l'on ajoute encore 100 cc. d'eau et on titre au permanganate demi-normal; la différence des volumes de permanganate, multipliée par 2,175, donne la teneur de peroxyde en grammes par litre. En Angleterre, on ramène en livres (453gr,5) par pied cube (28 litres, 315); pour cela on multiplie par 0,0624 le nombre de grammes par litre.

2° *Manganèse total.* — On mesure 10 cc. de boue, qu'on fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré; quand le chlore est chassé, on sature exactement par la soude ou le marbre pilé, on fait bouillir, on ajoute par petites portions du chlorure de chaux jusqu'à ce que la liqueur se colore en rose par une trace de permanganate, qu'on détruit à l'aide de quelques gouttes d'alcool; on filtre le peroxyde formé, on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ne bleuisse plus le papier à l'iodure amidonné. Le filtre et son contenu sont alors transportés dans 25 cc. de sulfate de fer (50 si le précipité brun n'est pas complètement dissous), et on titre au permanganate demi-normal; on calcule en grammes de peroxyde de manganèse par litre (voyez 1°).

3° *Bases totales.* — On dilue 25 ou 50 cc. d'acide oxalique normal à 100 cc., on chauffe à 50°-60°, on ajoute 10 cc. de boue en agitant jusqu'à ce que le précipité soit blanc pur : on dilue à 202 cc. (dont 2 cc. pour le volume du précipité), on filtre et on titre 100 cc. de liquide clair avec la potasse normale.

Soit x et y le nombre de cc. de permanganate consommé en 1, y après l'action du peroxyde; le peroxyde correspondant consomme un volume d'acide oxalique égal à la moitié de $x - y$ pour se réduire, et à la moitié de $x - y$ pour former un sel de protoxyde (le permanganate étant demi-normal et l'acide oxalique étant normal), soit $x - y$. D'autre part, les bases ont consommé une partie de l'acide oxalique; il en reste z, équivalent à la soude dépensée; mais comme on n'a opéré que sur la moitié du liquide, il convient de doubler ce volume et de prendre $2z$. La quantité d'acide oxalique absorbée par les bases m est donc

25 (ou 50) $+ y - (x + 25)$, et on appelle base dans le procédé Weldon le rapport $\frac{2m}{x - y}$.

4° *Chlorures acides.* — On dose l'acide restant dans les solutions épuisées de chlore au moyen d'une solution de soude demi-alcalimétrique (dont 1 litre équivaut à 50 grammes d'acide sulfurique), et qu'on verse au moyen d'une burette alcalimétrique dans 10 cc. de chlorure.

5° *Chlorures neutralisés.* — On en traite 25 cc., pour y doser le manganèse, comme en 2°.

Section V. — Verrerie, Céramique, Porcelaine, Poteries, Faïences.

Verres.

(240) *Verres blancs et denses.*

Cristal; densité = 3,25.		Flint-glass; densité = 3,60.	
Sable pur	300	Sable pur	300
Carbonate de potassium pur	100	Carbonate de potassium pur	150
Minium	200	Minium	300
Acide arsénieux	petites quantités	Nitre	petites quantités
Bioxyde de manganèse		Acide arsénieux	
		Bioxyde de manganèse	

(241) *Verre soluble fondu dans un creuset de terre.*

15 parties de sable, 10 parties de carbonate de potassium, 1 partie de charbon.

(242) *Verre à bouteilles;* densité = 2,75.

Sable jaune	100	Argile jaune	100
Soude naturelle	40	Rognures de verre	100
Cendres alcalines	200		

(243) *Verres blancs à base de soude.*

Verre à glaces; densité = 2,49.		Verre à vitres; densité = 2,64.	
Sable blanc	300	Sable	100
Carbonate de sodium	100	Sulfate de sodium	53
Chaux éteinte	40	Charbon	
Rognures de verre	300	Chaux éteinte	6
		Rognures de verre.	*ad libitum.*

(244) *Verres blancs légers à base de potasse.*

Verre de Bohême; densité = 2,39.		Crown glass; densité = 2,48.	
Quartz	100	Quartz	100
Potasse (commerce) purif.	50 à 60	Potasse	60 à 65
Chaux calcinée	15 à 20	Chaux	20 à 25
Acide arsénieux	en petites quantités	Acide arsénieux	en petites quantités
Nitre		Nitre	

(245) *Coloration des verres.*

Les oxydes métalliques colorent différemment les verres, suivant que ceux-ci sont à base de potasse, de soude ou de plomb.

Oxyde colorant.	Potasse.	Soude.	Plomb.
Argent	Jaune ou orange.	Jaune ou orange.	
Chrome (sesqui)	Vert-jaunâtre franc.	Vert d'herbe.	Vert-rougeâtre.
Cobalt (proto)	Bleu-verdâtre.	Bleu-violacé.	Bleu pur.
Cuivre (proto)	Rouge-pourpre.	Rouge-pourpre jaune.	Rouge-sang.
— (bi)	Bleu céleste.	Bleu-ciel verdâtre.	Vert.
Fer (proto)	Bleu-verdâtre.	Vert-bleuâtre.	Vert jaunâtre.
— (sesqui)	Vert-bouteille jaunâtre.	Vert-bouteille.	Vert-jaune sombre.
Manganèse (bi)	Améthyste brillant.	Violet-rougeâtre sombre.	Violet-rougeâtre.
Nickel (proto)	Améthyste sombre.	Violet-jaunâtre.	Violet-bleu.
Or (Cassius)	Rouge ou rose.	Bleu, brun par réflexion.	Rouge ou rose.
Urane	Jaune-serin, très dichr.	Vert-jaunâtre, peu dichr.	Topaze.
Charbon et soufre	Jaune d'or.	Jaune pâle.	Noir.
Antimoniate de plomb.	Blanc, transparent à chaud.	Blanc opaque.	Orange opaque.

Un mélange de protoxyde de fer et de bioxyde de manganèse donne, suivant les proportions, un vert-jaune vif, un jaune clair ou un brun-orange foncé. On obtient des verts en unissant les peroxydes de fer et de manganèse au protoxyde de cobalt.

Les aventurines sont des verres qui renferment dans la masse des oxydes ou des sels cristallisés.

(246) *Analyse des verres.*

On essaye d'abord si le verre renferme du plomb, en en chauffant un morceau gros comme une lentille dans la flamme réductrice d'un chalumeau, jusqu'à fusion. Le verre plombifère devient noir.

Dans un verre formé de plusieurs couches superposées on peut déterminer celles qui renferment du plomb en en chauffant au rouge (sans fondre) un fragment dans un tube en verre de Bohême traversé par un courant de gaz d'éclairage ou d'hydrogène ; la couche plombifère, si mince soit-elle, devient noire.

Les émaux à l'étain prennent à la surface un reflet noirâtre qui disparaît en chauffant dans la flamme directe du chalumeau. Dans les mêmes conditions, les verres teintés au bioxyde de cuivre deviennent rouges. Les verres rouges à l'or ou au cuivre deviennent incolores s'ils sont refroidis brusquement, et ne reprennent leur couleur que par le recuit. Les verres rouges au cuivre, étirés, se décolorent.

Enfin on doit se souvenir que, dans le même creuset, les différentes couches de verre n'ont pas la même composition.

Le verre est pulvérisé très finement, puis porphyrisé au mortier d'agate.

Dans un creuset en platine (en fer pour le verre plombeux) on attaque 1gr environ de verre par 5 à 6 parties de carbonate potassico-sodique, en chauffant progressivement et terminant sur le chalumeau à gaz ; on continue comme il est dit table **256** pour le dosage de la silice totale qu'on pèse. Pour des verres plombeux, on remplace l'acide chlorhydrique par l'acide nitrique.

Dans la liqueur filtrée on dose le plomb par l'hydrogène sulfuré, puis la baryte et la chaux à l'état de sulfates.

L'alumine, le fer et le manganèse se dosent généralement ensemble, en concentrant le liquide précédent et précipitant par l'ammoniaque. On peut doser séparément l'alumine et le fer en neutralisant la solution par l'ammoniaque en léger excès, redissolvant le trouble dans une goutte d'acide chlorhydrique et faisant bouillir avec un excès d'acétate d'ammonium. On filtre bouillant. Le précipité est redissous dans l'acide chlorhydrique et précipité de la même manière ; on réunit les deux liquides et on y précipite le manganèse par un courant de chlore à 60° ; on le pèse ou on le dose volumétriquement (table **238**). L'alumine et le fer sont calcinés, fondus à la potasse, puis redissous dans un acide : on réduit le fer par le zinc et on le dose au permanganate.

La magnésie se dose enfin par le phosphate de sodium.

Enfin on attaque 1gr de verre par les acides fluorhydrique et sulfurique, on calcine au rouge faible, on redissout dans l'acide chlorhydrique dilué, qui ne doit pas laisser de résidu. La solution est précipitée par le chlorure de baryum, puis sursaturée par l'ammoniaque et précipitée par le carbonate d'ammonium ; après repos, on filtre et on lave. La liqueur est évaporée et le résidu calciné ; s'il y a de la ma-

gnésie, on s'en débarrasse par un lait de chaux, suivi d'une précipitation par l'oxalate d'ammonium. Après calcination, le résidu ne renferme plus que les chlorures de potassium et de sodium; on dose le potassium par le chlorure de platine ou d'après la table **336**, ou bien on détermine volumétriquement le chlore et on calcule les alcalis d'après la table **150**.

(247) Poteries, Porcelaines, Grés, Faïences, Émaux.

Généralités. — Classification. — Les poteries sont composées d'un élément plastique et d'un élément dégraissant ou antiplastique; elles sont poreuses ou demi-vitrifiées, suivant la proportion de leurs éléments et la température de la cuisson.

Les vernis, émaux ou couvertes sont destinés à rendre imperméables les premières et à donner du poli à la surface des secondes.

Les poteries proprement dites se divisent en deux catégories :

Les *poteries infusibles*, ne se ramollissant pas lorsqu'elles sont exposées à de hautes températures : *Porcelaines, Faïences fines, Grès*, dites *kaoliniques* et *plastiques*.

Les *poteries fusibles* se frittant assez facilement : *Terres cuites, Faïences ordinaires*, dites *figulines* et *marneuses*.

(248) *Tableau donnant la composition élémentaire de la porcelaine actuelle de Sèvres.*

Matières employées.		Fournissant			
Poids.	Désignation.	Silice.	Alumine.	Chaux et magnésie.	Potasse et soude.
63,70	Argile de kaolin argileux.	35,52	26,20	0,70	1,28
15,33	Sable de kaolin caillouteux.	12,30	2,13	0,15	0,75
17,88	Sable de kaolin argileux.	10,02	6,17	0,72	0,97
0,16	Sable d'Aumont.	0,16	»	»	»
2,93	Chaux (=5,22 craie)	»	»	2,93	»
100,00		58,00	34,50	4,50	3,00

Le *kaolin argileux* est constitué par la partie la plus fine et la plus pure d'un kaolin déjà très pur naturellement.

Le *kaolin caillouteux* est encore constitué par la même argile ; il est mêlé à des fragments de feldspath quartzeux facile à reconnaître à première vue.

Le *sable de kaolin* est presque exclusivement formé de feldspath et de quartz : aussi renferme-t-il plus d'alcali que l'argile.

Le *ciment* ou *talvanne* est composé des débris de pâtes déjà cuites et réduites en poudre plus ou moins fine.

(249) *Porcelaines.*

Les porcelaines sont classees en porcelaine dure et porcelaine tendre.

La pâte de la porcelaine dure est composée de :

Matières employées.		Fournissant.			
Poids.	Désignation.	Silice.	Alumine.	Chaux et magnésie.	Potasse.
43,29	Argile de kaolin argileux.	24,79	16,96	0,24	1,30
48,41	Sable de kaolin argileux.	28 91	17,15	0,59	1,76
4,30	Sable d'Aumont.	4,30	»	»	»
3,67	Chaux (craie 6,51).	»	»	3,67	»
99,67		58,00	34,11	4,50	3,06

La base de l'émail qui recouvre la porcelaine dure est un feldspath quartzeux appelé *pegmatite;* il se compose de :

Silice	74,6
Alumine	16
Potasse	8,1
Chaux	1,2
Magnésie	»
Perte ou eau	»
	99,9

La pâte de la porcelaine tendre française ou *artificielle* est un silicate alcalino-terreux, une variété de verre.

La pâte de la porcelaine tendre anglaise ou *naturelle* est un silico-phosphate de chaux et d'alumine.

Le degré de chaleur qui amène la porcelaine dure à l'état de dégourdi, est suffisant pour cuire la porcelaine tendre ; les couvertes sont rayées par l'acier et fondent facilement : ce sont de véritables cristaux.

COMPOSITION DE L'ANCIENNE PORCELAINE TENDRE FRANÇAISE.

Craie	17	
Marne calcaire d'Argenteuil	8	
Sable de Fontainebleau	60	Fritte composée
Nitre fondu	22	
Sel gris	7,2	
Alun	3,6	
Soude d'Alicante	3,6	
Gypse	3,6	
	100.	

Couverte.

Sable calciné de Fontainebleau	27
Silex calciné	44
Litharge	38
Carbonate de potasse	15
Carbonate de soude	9
	100.

COMPOSITION DE LA PORCELAINE TENDRE ANGLAISE.

Kaolin argileux lavé	44
Argile plastique	19
Quartz	24
Os calciné (phosphate de chaux)	49
	100.

Couverte.

Feldspath	42,8
Minium	10
Quartz	8
Borax non calciné	18,7
Verre à cristal	20,5
	100,0

(250) *Grès cérames.*

Les *grès cérames* se distinguent de la porcelaine en ce qu'ils ne sont pas translucides, qu'ils ne résistent pas aux changements brusques de température; cependant, comme elle, ils sont demi-vitrifiés, durs et presque imperméables.

Le *grès cérame fin* est formé d'argile fine bien lavée, de kaolin et de feldspath. La glaçure est de nature vitro-plombeuse, elle est demi-vitrifiée, et sa pâte est fine et homogène.

COMPOSITION FONDAMENTALE DU GRÈS CÉRAME FIN.

Argile plastique (de Dreux)	25
Kaolin argileux (de St-Yrieix)	25
Feldspath . . . . . id.	50
	100

GLAÇURE VITRO-PLOMBEUSE POUR LE GRÈS CÉRAME FIN.

Feldspath	35
Sable quartzeux	25
Minium	20
Potasse	5
Borax anhydre	15
	100

Le *grès cérame commun* est composé d'argile plastique non lavée et de sable quartzeux; il n'est pas translucide, mais il est demi-vitrifié comme la porcelaine, et il est presque imperméable.

La couverte s'obtient généralement en jetant dans le four du chlorure de sodium humide.

(251) *Faïences.*

La *faïence fine* diffère de la porcelaine et du grès en ce qu'elle n'est ni vitrifiée, ni translucide : elle se compose d'argile plastique lavée et de quartz; lorsqu'elle contient de la chaux elle porte le nom de *terre de pipe.*

La faïence est infusible et a toujours une glaçure, sa pâte étant très-perméable.

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (FAÏENCE CAILLOUTÉE.)

Argile plastique	87
Silex	13
	100

COMPOSITION DE LA FAÏENCE FINE (TERRE DE PIPE).

Argile plastique	85,4
Silex	13,0
Chaux	1,6
	100,0

Glaçure pour faïence caillouteé.

Sable quartzeux	36
Minium	45
Carbonate de soude	17
Nitre	2
Bleu de Cobalt	0,001
	100,001

Glaçure pour la terre de pipe.

Feldspath calciné	7
Sable	30
Minium	30
Litharge	27
Borax	3
Cristal	3
	100

(252) *Poteries.*

La *poterie ordinaire vernissée* est fabriquée avec une pâte homogène fusible, opaque, colorée, et poreuse bien qu'à cassure vitreuse : elle est formée de marne argileuse, d'argile figuline et de sable : son vernis est un silicate alumino-plombeux.

COMPOSITION D'UNE PATE À POTERIE COMMUNE VERNISSÉE.

Argile plastique non lavée	80
Sable siliceux un peu marnifère	20
	100

COMPOSITION DU VERNIS

	Jaune.	Brun.	Vert.
Argile plastique de Vanves	16	15	16
Sable siliceux de Belleville	14	15	16
Minium	70	64	65
Peroxyde de manganèse	»	6	»
Battitures de cuivre rouge	»	»	3

La *poterie émaillée* se distingue de la précédente par son vernis qui, étant opaque, est considéré comme un émail; plus le prix de la poterie est élevé, plus ses principes constituants sont soignés. Les émaux employés sont généralement de deux sortes, l'émail plombifère qui est brun et l'émail stanifère qui est blanc.

...

COMPOSITION DE LA FAÏENCE ÉMAILLÉE DE PARIS.

	Brune.	Blanche.
Argile plastique d'Arcueil lavée	30	3
Marne argileuse verdâtre	32	36
Marne calcaire blanche	10	23
Sable impur marneux jaunâtre	28	28
	100	100

ÉMAIL POUR LA FAÏENCE BRUNE.

Poudre de brique fusible	52
Manganèse	7
Minium	41
	100.

ÉMAIL POUR LA FAÏENCE BLANCHE.

N° 1 (dur).			N° 2 (tendre).		
Calcine composée	Oxyde de plomb. 33	44		Oxyde de plomb.. 18	47
	Oxyde d'étain... 77			Oxyde d'étain.... 82	
	100.			100	
Minium		2	Minium		»
Sable		44	Sable		47
Sel marin		8	Sel marin		3
Soude d'Alicante		2	Soude d'Alicante		3
		100			100

ÉMAUX DE DIFFÉRENTES COULEURS POUR FAÏENCES.

	Jaune.	Vert pur	Vert pistache.	Violet.	Bleu.
Émail blanc	91	95	94	96	95
Oxyde d'antimoine.	9	»	»	»	»
Protoxyde de cuivre (battitures)..	»	5	4	»	»
Oxyde de cobalt à l'état d'azur	»	»	»	»	5
Jaune de Naples..	»	»	2	»	»
Peroxyde de manganèse	»	»	»	4	»

(253) *Composition des diverses argiles employées dans la fabrication des poteries.*

Provenance.	Eau hygrométrique.	Argiles séchées à 100°.						
		Eau combinée.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Alcalis.
Arcueil	»	11,01	62,14	22,00	3,09	1,68	traces	traces
Belin	1,27	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	traces	»
Condé	12,87	16,48	44,50	33,00	1,91	1,34	0,60	traces
Forges-les-Eaux	»	11,00	65,00	24,00	traces	»	»	»
Hayanges	»	7,50	66,10	19,80	6,30	»	»	»
Retourne-Loup	2,27	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	«
Saveignies	»	»	65,00	31,00	1,00	traces	2,00	»
Strasbourg	»	12,00	66,70	18,20	1,60	»	0,60	»
Vaugirard	»	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23	»
Helimybory	»	9,00	61,00	24,00	7,50	0,50	»	»
Devonshire	»	11,20	49,60	37,40	»	»	»	»
Stonebridge	»	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	»	»
Hesse	0,43	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00	traces

(254) *Argiles, Chaux, Ciments hydrauliques et Pouzzolanes.*

Les argiles proviennent de la décomposition des feldspaths ; le *kaolin*, qui peut être considéré comme le type des argiles, est un silicate d'alumine hydraté.

Les argiles sont divisées suivant leur propriété en :

Argiles plastiques, donnant des pâtes très-longues et infusibles ;
— smectiques, donnant des pâtes peu ductiles et fondant à la température du four à porcelaine ;
— figulines, donnant des pâtes un peu grasses et plus fusibles, à cause de la chaux et de l'oxyde de fer qu'elles renferment ;
— marnes, donnant des mélanges d'argiles et de carbona de calcium, et délitables dans l'eau ;
— ocres, ou argiles colorées en rouge par l'oxyde de fer.

Les chaux cuites se divisent : En chaux grasses ou presque pures ;
Chaux maigres, riches en sable quartzeux et en oxyde de fer ;
Chaux hydrauliques, renfermant une certaine proportion d'argile.
Ciments ou chaux hydrauliques, contenant 30 ou 40 p. 100 d'argiles.

Les matériaux hydrauliques, lorsqu'ils sont cuits, sont de véritables silicates de chaux et d'alumine.

Terres cuites. — On désigne sous ce nom les pâtes ordinaires à texture lâche non sonore et sans glaçure.

255) *Analyse de divers kaolins.*

Provenance.	Silice.	Alumine.	Eau.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Résidu.
Saint-Yrieix	36,25	33,35	12,00	»	2,40	»	»	16,00
Plymton (Devonshire)	44,26	36,81	12,74	2,72		»	»	4,30
Passau	45,34	35,18	17,24	1,55		»	»	3,48
Aue	35,89	34,12	11,09	»	0,69	»	»	18,00
Sosa	45,07	38,15	9,69	»	1,80	»	»	5,53
Lochkarewska	46,75	34,98	13,70	1,25	0,48	0,29	1,34	0,95
Tong-Kong (Chine)	50,50	33,70	11,20	»	0,80	1,90	»	1,80
Sy-Kang	55,3	30,3	8,2	»	0,40	1,10	2,70	2,00

(256) *Analyse des argiles.*

Nous ne nous occuperons pas de l'analyse mécanique par lévigation, ou par les tamis (**331**). On pèse 3 à 4 grammes d'argile, qu'on dessèche à 120°; on pèse et on désagrège le résidu par les acides sulfurique et fluorhydrique; on ajoute ensuite de l'acide chlorhydrique et on fait 300 cc. Sur 100 cc. on dose par l'ammoniaque la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; on précipite dans le liquide filtré la chaux par l'oxalate d'ammonium; puis dans le nouveau liquide la magnésie par le phosphate.

Sur 100 cc. on réduit par le zinc le fer, qu'on dose au permanganate; on retranche le peroxyde de fer correspondant du poids de fer et d'alumine trouvé d'abord, et on a l'alumine. Une troisième portion de 100 cc. est additionnée de baryte caustique; la liqueur filtrée est traitée par le carbonate d'ammonium, filtrée de nouveau, évaporée à sec: le résidu est calciné et repris par l'eau filtrée après une nouvelle addition de carbonate d'ammonium, séché, calciné et pesé; on a la somme de chlorures alcalins, dans lesquels on dose le chlore par voie volumétrique (table **220**) : on en déduit le poids de potassium et de sodium (table **150**). Un gramme de matière est désagrégé par 5-6 grammes de carbonate potassico-sodique dans un creuset de platine chauffé progressivement, puis à la fin sur un fort chalumeau à gaz. Après une heure, quand la fusion est tranquille, on pose le creuset sur une plaque de fer épaisse et froide, où il se refroidit rapidement, tandis que la masse fondue se détache en un seul culot. On fait digérer le tout dans un becherglas avec 100 cc. d'eau, pendant une demi-heure, on ajoute par petites portions de l'acide chlorhydrique en excès, on retire le creuset et on le lave en faisant tomber dans le becherglas les eaux de lavage. On évapore à sec au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage

plus de vapeurs acides. La masse refroidie est humectée d'acide chlorhydrique; après une heure de chauffe au bain-marie, on étend d'eau bouillante et on décante, après repos, sur un filtre; le dépôt de silice est repris deux ou trois fois par quelques gouttes d'acide chlorhydrique chaud, lavé, séché et calciné : c'est la silice totale.

Enfin on chauffe dans une capsule de platine vers 250° un gramme d'argile avec de l'acide sulfurique concentré pendant 12 heures, on dilue, on filtre et on lave le précipité, qu'on traite sur le filtre par une solution bouillante de carbonate de sodium contenant un peu de soude caustique, jusqu'à ce que le liquide filtré ne se trouble plus par le sel ammoniac. On lave, on sèche et on calcine le résidu qui représente le sable feldspathique et le quartz; après l'avoir pesé, on le désagrège par le carbonate mixte et on y dose la silice et la somme de l'alumine et du peroxyde de fer; ce dernier poids, multiplié par 3,51, donne la silice contenue à l'état de feldspath le reste de silice insoluble représente le quartz; enfin, en déduisant de la silice totale a silice insoluble, on a la silice de l'argile.

(257) *Essais des poteries vernissées.*

Le Comité d'Hygiène de France a prescrit la marche suivante :

Faire bouillir doucement pendant 1/2 heure dans les vases suspects du vinaigre étendu de son volume d'eau, en remplaçant le liquide à mesure qu'il s'évapore; 50 grammes de vinaigre suffisent pour un vase d'un demi-litre. Après refroidissement, on recherchera le plomb par l'hydrogène sulfuré et l'iodure de potassium.

(258) *Analyse des ciments.*

Un échantillon de ciment est chauffé au rouge : la perte correspond à l'eau et à l'acide carbonique. Ce dernier est dosé sur une autre portion; on a l'eau par différence.

On introduit 4 à 5 grammes de ciment dans un ballon de 1 litre qu'on remplit d'eau. Après deux jours on dose la chaux et l'acide sulfurique. Si ce dernier est en forte quantité, il reste du sulfate de calcium non dissous. On dose encore les sulfates sur un autre échantillon.

On traite d'autre part 3 à 4 grammes de ciment par l'acide nitrique : on évapore à sec, on redissout dans l'eau acidulée, et on dose le fer, l'alumine, la chaux et la magnésie (qui doit être en faible proportion). Le résidu insoluble est desséché et pesé, puis repris par la potasse faible, qui dissout la silice; on lave, on sèche et l'on pèse l'argile restante : on a la silice par différence. En déduisant de la chaux totale celle qui correspond aux acides sulfurique et carbonique, le reste est compté comme combiné à la silice et à l'alumine.

Dans les pouzzolanes, on dose, sur 5 grammes attaqués par l'acide nitrique et traités de même, le fer, l'alumine, la chaux, la magnésie et les alcalis dans la partie soluble; le résidu d'argile calciné est désagrégé au rouge vif par son poids de chaux pure, et on y dose la silice et les bases, en retranchant de la chaux trouvée celle qui a été ajoutée.

(259) *Proportions des mélanges propres à fabriquer les matériaux hydrauliques.*

	Chaux hydrauliques.				Ciments.			Pouzzolanes.	
	Ordinaire.	Moyenne	Très hydraulique.	Limite.	1re limite.	Ordinaire.	2e limite.	1re limite	Qualité ordinaire.
Carbonate de calcium.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Argile.....	20,00	12,5	25,00	30,00	37,00	56,25	156,50	525,00	49,00
Produits :									
Chaux pure.....	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Argile	36,00	22,00	44,00	53,00	65,00	100,00	273,00	900,00	100 00

(260) *Pyroscope, pour la température des fours.*

Les pyroscopes ou montres sont de petites sphères ou boules creuses en pâte de faïence ou d'argile mélangées d'une certaine quantité d'oxyde de fer. Elles sont percées de part en part ; leur diamètre varie de 2 à 3 c. La température de cuisson du biscuit s'effectue avec des sphères crues ; elle s'évalue par le retrait que subissent ces dernières (un dixième environ), puis par la couleur rouge pâle, rougeâtre et brun, enfin rouge qu'elles prennent. La cuisson du vernis s'évalue avec des sphères cuites et rougeâtres, enduites de vernis plombifère fusible. Le vernis apparaît d'abord rouge clair, ensuite rougeâtre, brun rougeâtre, enfin brun rouge très-foncé, suivant l'augmentation du degré de la température.

Pour éviter que les montres ne s'enfument et ne présentent une couleur qui n'est pas celle du four, il faut les retirer rapidement de leurs cazettes.

Le rouge légèrement foncé des boules pyroscopiques indique la température nécessaire à la cuisson du vernis sur de la porcelaine fine, dite terre de pipe.

Le rouge foncé indique celle de la faïence fine dure (*ironstone*).

Le brun presque noir indique celle de la cuisson du vernis de la porcelaine tendre anglaise.

Les montres d'un four neuf sont, à température égale, d'une teinte moins foncée que celles d'un vieux four.

(261) *Évaluation des degrés de chaleur du feu de moufle par le procédé des montres (emploi du carmin).*

Dénomination des feux.	Couleur des carmins.	Degré au pyromètre d'argent.	Évaluation en degrés centigrades.
Feu d'or, sur fonds tendres.....	Rouge-brun sale, à peine glacé.....	de 200 à 230	620
Feu de 2e retouche..	Rouge un peu briqueté.	250	800
— de 1re retouche..	Rose dans les minces, briqueté dans les épais.....	255	850
— de peinture tend.	Rose purpurin.....	260	900
— d'or sur blanc...	Rose tirant sur le violâtre.....	275	920
— de garniture d'assiettes en filet d'or.....	Ton violacé.....	287	950
— de couleur dure.	Ton violacé pâle.....	290	960
— d'or mat.....	Ton rose et ton violacé disparus.....	315 à 320	1000

Section VI. — Combustibles et Éclairage.

(262) *Table donnant la composition de différents combustibles, leur puissance calorifique, le volume d'air absolu et de combustion, ainsi que celui du gaz s'échappant par la cheminée.*

La température étant de 300°, on a admis que, dans la combustion du bois, un tiers du volume de l'air passe dans la cheminée sans être utilisé; et pour la houille et les autres combustibles, que la moitié du volume de l'air ne sert pas à la combustion.

Combustibles.	Composition			Puissance calorifique.	Volume d'air		Volume de gaz s'échappant par la cheminée à 300°.
	Carbone.	Hydrogène.	Cendres et gaz divers		Pratique.	Théorique	
Carbone	100	»	»	7170	»	8,81	»
Hydrogène	»	100	»	34742	»	26,66	»
Oxyde de carbone	0,43	»	»	2488	»	3,78	»
Bois ord. à 20 % d'eau.	0,416	»	»	2800	5,40	3,60	12,85
Bois sec	0,51	0,10	0,37	3600	6,75	4,50	15,43
Charbon de bois	0,80	0,02	0,18	7000	16,40	8,20	34,44
Houille moyenne	0,88	0,05	0,07	7500	18,10	9,05	38,72
Anthracite	0,90	0,024	0,076	7350	»	»	»
Coke	0,85	»	0,15	6000	15,00	7,50	31,50
Goudron de gaz	0,58	0,19	0,23	10758	20,34	10,17	»
Tourbe sèche (1re qual.)	0,58	0,02	0,40	4000	11,25	5,64	24,63
Charbon de tourbe	0,75	»	0,25	5800	13,20	6,60	27,72
Alcool	0,52	0,14	0,34	6855	16,62	8,31	»

(263) *Données sur quelques combustibles.*

D'après le tableau précédent 1 kilogramme de houille moyenne développe 7500 calories, et 1 kilogramme d'eau, pour se réduire en vapeur à la température de 100°, absorbe 650 calories de chaleur latente et sensible; il en résulte qu'un kilogramme de houille peut produire théoriquement $\frac{7500}{650} = 11^k,54$ de vapeur d'eau. En pratique sous les générateurs cylindriques, avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne d'un kilogramme de houille que $6^k,50$ de vapeur et sous les meilleurs générateurs tubulaires 10 kilogrammes.

Le coke ne doit pas donner plus de 5 à 8 pour 100 de cendres; sa puissance calorifique par rapport à celle de la houille est comme 13 : 14.

La puissance calorifique de la tourbe ordinaire par rapport à celle de la houille est comme 1 : 2,50; celle du bois est comme 1 : 2,28; celle du coke de gaz est au coke de four comme 6 : 8. De ces chiffres

on déduit qu'en moyenne, lorsque 1 kilogramme de houille évapore $6^k,50$ d'eau, 1 kilogramme de coke en vaporise $5^k,8$ à 6 kilogrammes, la tourbe $2^k,6$ et le bois $2^k,8$ d'eau.

En général, l'hectolitre de houille, mesurant $0^m,503$ de diamètre et de hauteur, pèse 78 à 80 kilogrammes; le mètre cube pèse donc $10 \times 80 = 800$ kilogrammes.

La voie ancienne mesurait 15 hectolitres et pesait 1200 kilogrammes.

L'hectolitre de coke pèse 38 à 40 kilogrammes; le mètre cube pèse donc 380 à 400 kilogrammes.

La voie ancienne pesait 600 kilogrammes.

(264) *1 kilogramme de bois non séché peut porter de* 0 *à* 100° *et évaporer* n *parties d'eau* (Brix).

	n p. d'eau.	Teneur du bois en eau %.
Bois de pin (ancien).....	$4^k,129$	16,1
— (jeune).....	3, 620	19,3
Bois d'aune.....	3, 818	14,7
— de bouleau.....	3, 720	12,3
— de chêne.....	3, 540	18,7
Hêtre rouge (vieux).....	3, 390	22,2
— — (jeune).....	3, 490	14,3
Hêtre blanc.....	3, 620	12,5

(265) *Essai des combustibles minéraux.*

1° On dose l'*eau* en chauffant le coke pulvérisé 2 heures à 110°, le lignite et la tourbe 5 à 6 heures à 100°, la houille divisée en fragments de la grosseur d'une fève 2 heures à 105°, autant que possible à l'abri de l'air. On laisse refroidir dans l'air sec et l'on pèse le résidu.

L'échantillon moyen devra être pris aussi régulièrement que possible; on opérera sur 100 à 200 grammes pour le dosage de l'eau.

2° Pour les *cendres*, on incinère au moufle 1 à 3 grammes de combustible finement divisé, dans une capsule de porcelaine; après 2 heures, les cendres, blanches ou jaunâtres, peuvent être pesées. Pour les houilles, il importe de chauffer graduellement.

3° *Résidu de coke.* — 1 gramme de houille finement pulvérisée est pesé dans un creuset de platine de 3 centimètres au moins de hauteur, muni d'un couvercle de platine fermant bien: on le place sur un trépied

mince, le fond à 3 centimètres environ de l'orifice d'un bec ordinaire de Bunsen, dont la flamme doit avoir au moins 18 centimètres de haut. On chauffe rapidement, jusqu'à ce qu'on ne voit plus de gaz combustible se dégager du creuset (il ne faut que quelques minutes); on laisse refroidir, on pèse, et on déduit les cendres (2°). Une bonne houille doit donner 60 à 70 pour 100 de coke (les houilles de forge 70 à 85 pour 100). On note également l'aspect et le volume du coke, suivant les applications.

4° On détermine l'*azote* par la chaux sodée (**337**), le *carbone* et l'*hydrogène* par combustion.

5° *Soufre.* — On mélange intimement, dans un creuset de platine, 1 gramme de combustible finement pulvérisé, 1/2 gramme de carbonate de sodium pur et anhydre, et 1 gramme de magnésie calcinée; on chauffe pendant 1 heure la partie inférieure du creuset, incliné et ouvert, en brassant avec un fil de platine. Après refroidissement, on reprend par 100 centim. cubes d'eau chaude, on lave le creuset, on ajoute de l'eau bromée en excès, on fait bouillir, on filtre, et dans le liquide réuni aux eaux de lavage, on dose l'acide sulfurique par le chlorure de baryum; on calcule en soufre. On peut doser l'acide sulfurique préexistant en faisant digérer à chaud 10 grammes de combustible avec une solution de 10 grammes de carbonate de sodium, et dosant l'acide sulfurique dans la liqueur filtrée.

6° *Phosphore.* — On incinère assez de combustible pour avoir 1 à 2 grammes de cendres, qu'on pèse; on les humecte d'acide chlorhydrique concentré; après digestion, on évapore à sec, on humecte d'acide chlorhydrique, on ajoute 200 cc. d'eau, on fait digérer au bain-marie, on filtre, on évapore à sec avec de l'acide nitrique, on reprend par l'eau acidulée avec l'acide nitrique, on filtre dans un becherglas et on précipite par le molybdate d'ammonium. Le phosphomolybdate est lavé avec une solution à 5 pour 100 d'acide nitrique et 10 pour 100 de nitrate d'ammonium. Quand les eaux de lavage ne renferment plus de fer, on lave le becherglas à l'ammoniaque, qu'on repasse ensuite sur le précipité pour le redissoudre; on dose dans l'ammoniaque filtrée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et l'on calcule en phophore.

7° *Essai calorifique d'après Berthier.* — Ce procédé, bien que tout à fait inexact, est encore employé. On mêle intimement, dans un creuset de terre, 1 gramme de houille en poudre impalpable avec 40 à 50 grammes de litharge pulvérisée (ou mieux 70 à 80 grammes de céruse) ou 1 gramme de bois ou de tourbe finement divisée avec 30 grammes de litharge et 10 grammes de chlorure de plomb; on recouvre le mélange de 20 à 30 grammes de litharge ou 30 à 40 grammes de céruse. On fait fondre; on termine par un coup de feu de dix minutes pour rassembler le plomb en un culot que l'on dégage, qu'on brosse, qu'on pèse, et dont le poids en grammes, multiplié par 234, donne le nombre de calories fourni par 1 kilogramme de houille.

(266) *Analyse des gaz des générateurs.*

L'analyse se pratique dans l'appareil Orsat. On absorbe l'acide carbonique par la potasse de densité 1,20 à 1,28; l'oxygène par le pyrogallate de potassium ou le phosphore; l'oxyde de carbone par une solution de 10 grammes de chlorure cuivrique dans 20 cc. d'eau et 90 cc. d'acide chlorhydrique concentré, qui a séjourné un jour au moins sur la toile de cuivre (ce réactif absorbe aussi l'éthylène) ou par une solution saturée à froid de sel ammoniac, mélangée d'ammoniaque, et qui a séjourné sur la toile de cuivre; quand le liquide verdit, on le rend bleu par le contact d'oxygène : ce dissolvant absorbe l'oxygène et l'oxyde de carbone. On a soin de garnir d'eau un peu acidulée le flacon aspirateur de l'appareil. Enfin l'hydrogène et le gaz des marais sont mélangés d'air et brûlés au moyen d'un fil de platine ou de palladium rougi par un courant électrique.

(267) *Rendement moyen des houilles en gaz et en goudron.*

100 kilogrammes de houille grasse à longue flamme.

Gaz	23 mètres cubes (titre 6 bougies 66).
Coke tout venant	63 kilogr. (1 hectol. 1/2).
Goudron	6 kilogr.
Eaux ammoniacales	8 litres.

100 kilogrammes de houille. — Moyenne de 6 expériences.

(Houilles d'Anzin, de Mons et d'Horme.)

Gaz	22m,94 épurés, (densité 0,420).
Coke tout venant	75,46
Goudron	6,73
Eaux ammoniacales	7,31
Acides carbonique et sulfhydrique	1,87

(268) *Rendement des goudrons en carbure d'hydrogène.*

1000 kilogrammes de goudron bien desséché donnent en moyenne :

Essence de naphte	20 à	40	kilogr.
Huiles légères à benzol	70	80	—
Huiles lourdes phéniques	320	350	—
Graisse verte à 10 pour 100 d'anthracène	100	110	—
Brai sec	350		
Eau ammoniacale	14		

PREMIÈRE DISTILLATION.

Houille.

Gaz.	Goudron.	Coke.

DEUXIÈME DISTILLATION.

Goudron.

Huiles légères brutes.	*Huiles moyennes brutes.*	*Huiles lourdes brutes.*
Bouillant de 30 à 150°	Bouillant de 140 à 200°	Bouillant de 200 à 350°

TROISIÈME DISTILLATION.

Huiles legères brutes. (2 fractionnements.)	*Huiles moyennes brutes.* (3 fractionnements.)
1er fract. Distille avant 140°. 2e fract. Distille au-dessus de 140°, est ajouté au 2e fractionnement des huiles moyennes.	1er fract. Distille au-dessous de 130°, est ajouté au naphte. 2e fract. Distille entre 130 et 200° (huile moyenne rectifiée). 3e fract. Distille au-dessus de 200°, est ajouté aux huiles lourdes.

TRAITEMENTS PAR VOIE HUMIDE.

Huiles légères rectifiées ou Naphte.	*Huiles moyennes rectifiées.*	*Huiles lourdes brutes.*
30 à 140°.	130 à 200°.	200 à 350°.

Toutes ces huiles sont soumises à des lavages successifs à l'eau, à l'acide sulfurique, puis à l'eau, à la soude et enfin à l'eau.

QUATRIÈME DISTILLATION.

Naphte. (4 fractionnements.)	*Huiles moyennes rectifiées et épurées.* (3 fractionnements.)	*Huiles lourdes épurées.* (3 fractionnements.)
1er fract. Distille entre 10 et 80°. 2e fract. Distille entre 80 et 115° (Benzol). 3e fract. Distille entre 115 et 150°. 4e fract. Distille au-dessus de 150°.	1er fract. Distille entre 140 et 190°. 2e fract. Distille au-dessus de 190°, est ajouté aux huiles lourdes.	1er fract. Distille entre 215 et 230°. 2e fract. Distille entre 230 et 290°. 3e fract. Distille entre 300 et 340°.

(269) *Analyse du mélange Laming.*

Dans un tube de 9 millimètres de diamètre intérieur et de 15 centimètres de long, étiré à la partie inférieure et garni de coton de verre ou d'amiante calcinée, on introduit 2 à 3 grammes de l'échantillon moyen. On l'épuise par six lavages successifs avec 10 cc. de sulfure de carbone pur; celui-ci est distillé, les dernières portions sont évaporées et l'on sèche le soufre à 80°, puis on le pèse.

Ce soufre étant souvent souillé par des matières goudronneuses, pour doser le soufre réel qu'il contient, on en attaque 1/2 gramme environ, finement pulvérisé, dans un ballon, par de petites portions d'acide nitrique fumant très concentré, et l'on fait bouillir, on évapore presque à sec, on ajoute de l'acide chlorhydrique, on évapore pour détruire le reste de l'acide nitrique et l'on pèse à l'état de sulfate de baryum.

On peut aussi brûler le soufre par un courant d'oxygène, dans un tube à combustion garni d'amiante platinée, et recevoir le gaz dans une solution aqueuse renfermant par litre 180 grammes de potasse à l'alcool exempte de sulfates et 100 grammes de brome; le soufre (0gr,4) est pesé dans une nacelle de porcelaine, qui est pesée après l'opération et donne le poids des cendres. Le tube de 60 centimètres de long est rétréci à 50 centimètres de l'orifice, et à 5 centimètres du rétrécissement on l'étire en une pointe de 10 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre qu'on recourbe à angle droit; on la fait passer dans le bouchon d'une des branches d'un tube de Peligot, relié lui-même à un tube pareil; chacun de ces tubes est chargé de 25 à 30 cc. d'hypobromite. A partir du rétrécissement on dispose une colonne de 25 centimètres d'amiante platinée, puis la nacelle. On fait passer un courant assez vif d'oxygène en chauffant, sur une grille à gaz, tout le tube jusqu'à la partie rétrécie. Après la combustion, on coupe le tube au rétrécissement, on lave cette partie et l'on réunit les eaux de lavage au contenu des tubes de Peligot pour y doser l'acide sulfurique, en acidulant par l'acide chlorhydrique, faisant bouillir et précipitant par le chlorure de baryum.

(270) *Détermination du pouvoir éclairant type.*

(Emploi du photomètre de Bunsen, en faisant varier les distances jusqu'à ce que la tache disparaisse.)

Les pouvoirs éclairants sont en rapport inverse des carrés des distances entre l'écran et les sources lumineuses. (Pour les carrés des nombres, voyez table 9.)

On brûle dans un bec d'Argand, système Bengel, sous la pression de 2 à 3 millimètres d'eau, 105 litres de gaz mesurés à la pression baro-

métrique 0,76. La lumière résultante possède un pouvoir éclairant égal à la lumière fournie par 42 grammes d'huile de colza épurée brûlés dans une lampe Carcel ayant un débit de 42 grammes à l'heure.

100 kilogrammes houille donnent 29 à 30 mètres cubes de gaz. Pouvoir éclairant voisin du pouvoir éclairant *type*.

100 kilogrammes boghead donnent 40 mètres cubes de gaz. Pouvoir éclairant égal à 3,50 fois le pouvoir éclairant *type*.

100 kilogrammes cannel-coal donnent 33 mètres cubes de gaz. Pouvoir éclairant égal à 1,70 fois le pouvoir éclairant *type*.

(271) *Densités de diverses espèces de bois.*

	Densité moyenne.			Densité moyenne.	
	Bois frais.	Bois sec.		Bois frais.	Bois sec.
Érable	0,893	0,691	Aune	0,901	0,551
Pommier	1,048	0,733	Frêne	0,852	0,692
Bouleau	0,919	0,664	Pin	0,893	0,428
Poirier	»	0,689	Pin d'Écosse	0,908	0,613
Hêtre rouge	0,980	0,721	Grenadier	»	0,973
Buis	»	0,971	Cerisier	0,928	0,646
Cèdre	»	0,568	Tilleul	0,794	0,522
Ebène	»	1,259	Noyer	»	0,732
Taxus	»	0,775	Peuplier	0,857	0,472
Chêne	0,973	0,785			

(272) *Densités et températures d'inflammation des huiles de pétrole et de schiste.*

Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à	Pétrole. — Densités.	S'enflamme à	Schiste. — Densités.	S'enflamme à
	°		°				
0,685	— 21	0,769	— 12	0,783	+ 50	0,851	+ 86
0,700	— 19	0,791	+ 19	0,792	75	0,880	98
0,740	+ 15	0,805	35	0,805	90	Huile brute.	
0,750	17	0,814	48	0,822	110		
0,760	35	0,823	60	Pét. brut.		0,882	28
0,775	45	0,841	80	0,802	15		

Le pétrole mis en contact avec son volume d'acide sulfurique concentré ne s'échauffe que de quelques degrés, 5 à 10 au plus, tandis que, dans les mêmes conditions, le mélange de pétrole et d'huile de schiste ou de tourbe s'échauffe au contraire beaucoup plus, jusqu'à 50°.

(273) *Points d'ébullition des pétroles.*

	Densité.	Bout à
Éther, rhigolène.....	0,65-0,66	40-70°
Gazoline (extraction des huiles)..	0,66-0,69	70-90°
Benzine à détacher.....	0,69-0,70	90-110°
Ligroïne.....	0,70-0,73	110-120°
Essence pour vernis.....	0,73-0,76	120-170°
Photogène (essence à brûler).....	0,76-0,80	170-245°
Huile solaire (huile à brûler)....	0,80-0,83	245-310°
Huile de graissage.....	0,83-0,87	310-350°
Paraffine molle, fondant à 38-52°..	0,87-0,88	350-390°
Paraffine dure, — 52-56°..	0,88-0,93	390-430°

(274) *Essai des pétroles.*

Le décret du 19 mai 1873 divise les hydrocarbures liquides en général, huiles de schiste, de goudron et de pétrole, et les essences, en deux catégories, suivant le degré d'inflammabilité :

La première catégorie comprend les essences inflammables au-dessous de 35°; la deuxième, celles qui s'enflamment à 35° et au-dessus.

L'appareil usité en France pour déterminer le degré d'inflammabilité est celui de M. Garnier.

Il a la forme d'une boîte ronde en cuivre dont le couvercle porte un thermomètre et une ouverture fermée par un petit couvercle qui laisse passer la flamme. Voici l'instruction qui accompagne l'instrument.

1° Ouvrir l'appareil, s'assurer que la mèche repose bien au bas du tube central et n'en dépasse la tête que juste pour être allumée, jamais plus de 1 millimètre; verser doucement l'huile sur le milieu de la mèche, jusqu'à ce que, débordant du porte-mèche, elle arrive à la hauteur du petit tube déversoir de côté; la quantité de liquide sera donc toujours égale.

2° Fermer le couvercle ainsi que la petite plaque supérieure, introduire le thermomètre, approcher une allumette. Si le liquide brûle (souffler dessus), ou s'il se fait une forte explosion, dans ces deux cas, le liquide renferme des essences volatiles et rentre dans la première catégorie.

3° Si ces essais n'ont rien donné, ouvrir la petite plaque et allumer la mèche, en évitant les courants d'air et sans remuer l'appareil. Quand on entend une explosion qui éteint la flamme, lire de suite le thermomètre qui donne le point d'inflammabilité des vapeurs. Le point d'ignition se trouve au moment où l'huile s'enflamme et continue à

brûler toute seule au contact d'une allumette. En outre, on prend la densité du liquide au moyen de l'éprouvette qui accompagne l'appareil : la graduation du densimètre donne le poids du litre en grammes. Le pétrole doit peser 800 et le schiste 845 pour le point d'inflammabilité de 35°.

Outre l'essai à l'acide sulfurique indiqué plus haut, on doit pratiquer le suivant :

Mélanger 5 centimètres cubes de pétrole, 2 centimètres cubes d'ammoniaque et quelques gouttes de nitrate d'argent sur une soucoupe, et allumer; le liquide ne doit pas noircir, par suite de la présence de soufre provenant de schistes bitumineux ou d'huiles de goudron à basse température, renfermant du sulfure de carbone ou du thiophène.

En Allemagne et en Angleterre, on se sert de l'appareil d'Abel. On remplit le bain-marie d'eau jusqu'à ce qu'elle s'écoule par l'ouverture pratiquée à la partie supérieure; on remplit la lampe d'huile de colza ou de navette jusqu'à l'extrémité inférieure de son bec et l'on coupe la mèche de manière à obtenir une flamme de 3mm,8 de diamètre. On dispose l'appareil à l'abri des courants d'air, on chauffe le bain-marie à 130° F., soit 54°,4, et l'on verse lentement dans le réservoir à huile, jusqu'à la marque, le pétrole, qui ne doit pas être à plus de 65° F., ou 18°,5. On ajuste alors le couvercle, on dispose le récipient à huile dans le bain-marie, on met la lampe sur ses supports, et l'on observe le thermomètre : tous les 1 ou 2 degrés on retire le tiroir et au bout de 3 secondes on le referme. Quand le mélange gazeux prend feu, on note le degré, qui est le point d'inflammabilité.

(275) *Essai des huiles minérales de graissage.*

1° Prendre la densité.

2° Point d'inflammabilité des vapeurs : on chauffe au bain de sable dans une capsule, et tous les 5° on retire du bain et on approche une allumette. L'huile ne doit pas mousser ni prendre feu au-dessous de 180° (en général vers 220°); la flamme doit persister.

3° Point de solidification (toujours au-dessous de 0°, d'ordinaire à — 5°).

4° Parties insolubles : 10 cc. dans 10 cc. d'éther, filtrer, laver et peser le résidu.

5° Dans un tube gradué, agiter 5 cc. de soude de densité 1,40 et 10 cc. d'huile, et chauffer au bain-marie; la couche de soude doit être claire après 5 minutes.

6° Dans un tube gradué on met 7 1/2 cc. d'huile, on met dans de l'eau à 15° à côté d'un flacon d'acide nitrique à 1,45 de densité; et quand la température est égale, on verse dans le tube 7 1/2 cc. d'acide; on agite avec un thermomètre, qui ne doit pas monter de plus de 20° (sinon il y aurait des huiles de houille).

7° Opérer de même avec 10 cc. d'huile et 10 cc. d'acide sulfurique de densité 1,53; l'acide doit devenir tout au plus jaune clair.

8° Agiter avec de l'eau, qui doit rester neutre et claire, et ne pas précipiter par le tannin.

9° Essai de la consistance, comme pour les huiles (**288**).

(**276**) *Le charbon de bois (1 volume) absorbe les volumes suivants des différents gaz.*

	Volumes.		Volumes.
Ammoniaque	90	Éthylène	35
Acide chlorhydrique	85	Oxyde de carbone	9,42
Acide sulfureux	65	Oxygène	9,25
Acide sulfhydrique	55	Azote	7,5
Protoxyde d'azote	40	Hydrogène carboné	5
Acide carbonique	35	Hydrogène	1,75

Section VII. — Matières explosibles, Poudres.

(**277**) *Dosages adoptés en France.*

	Salpêtre.	Soufre.	Charbon.
Poudres de chasse	78	10	12
Poudres de guerre à canon	75	12,5	12,5
Poudres de guerre à chassepot	74	10,5	15,5
Poudres de mine	62	18	20

(**278**) *Dosages adoptés dans d'autres pays.*

Substances	Angleterre.	Belgique.	Prusse.	Wurtemberg.	Hesse-Darmstadt	Hanovre.
Salpêtre.	76,0	75,0	74,0	75 0	73,66	71,0
Soufre...	10,0	12,5	10,0	13,5	15,56	18,0
Charbon.	14,0	12,5	16,0	11,5	10,66	11,0

(279) *Données relatives à divers agents explosifs* (Berthelot).

Nature de la matière explosible.	Composition °/₀ de matière				Quantité de chaleur dégagée par kilogramme (en calories).	Volume des gaz formés (en mèt.cub.)	Produit de ces deux nombres.
	Salpêtre.	Soufre.	Charbon.	Chlorate.			
Poudre de chasse	78,9	9,8	11,0	»	641 000	0,216	139 000
— de guerre	74,7	12,45	12,25	»	608 000	0,225	137 000
— de mine	65,0	20,0	15,0	»	510 000	0,173	88 000
— avec excès de nitre	84,0	8,0	8,0	»	673 000	0,111	75 000
Poudre à base d'azotate de sodium	»	»	»	»	764 000	0,248	190 000
— de chlorate de potassium	»	12,5	12,5	75,0	972 000	0,318	309 000
Chlorure d'azote	»	»	»	»	316 000	0,370	117 000
Nitroglycérine	»	»	»	»	1 320 000	0,710	937 000
Fulmi-coton	»	»	»	»	590 000	0,801	472 000
— mêlé d'azotate de potassium	46,0	»	»	»	989 000	0,484	480 000
— — de chlorate de potassium	»	»	»	»	1 420 000	0,484	680 000
Acide picrique	»	»	»	»	687 000	0,780	536 000
— mêlé d'azotate	»	»	»	»	933 000	0,408	376 000
— — de chlorate	»	»	»	»	1 424 000	0,408	582 000
— — d'oxyde de plomb	»	»	»	»	126 000	0,120	150 000
— — — de cuivre	»	»	»	»	407 000	0,270	109 000
— — — d'argent	»	»	»	»	262 000	0,116	29 000
— — — de mercure	»	»	»	»	190 000	0,212	40 000
Picrate de potassium	»	»	»	»	578 000	0,585	337 000
— mêlé d'azotate	»	»	»	»	852 000	0,337	286 000
— — de chlorate	»	»	»	50,0	1 422 000	0,337	478 000

Nota. Le corps oxydant, lorsque la proportion n'en est pas indiquée, est ajouté en quantité telle, que la combustion soit complète.

(280) *Données relatives à plusieurs agents explosifs.*
(ROUX et SARREAU.)

Nature de la matière explosible.	Calories dégagées par 1 kilogr. poudre.	Poids des gaz pour 1 kilogr.	Volume des gaz réduit à 0° et 0m,760 pour 1 kilogr.
Coton-poudre.....	1,056,3	0,853	720 litr.
Dynamite à 75 %..... (explosion de 2e ordre)	1,290,0	0,600	455 —
Picrate de potassium.....	787,1	0,740	576 —
Picrate 55 %. Salpêtre 45 p.	916,3	0,485	334 —
Picrate de potass. Chlorate — parties égales.	1,180,2	0,466	329 —

Section VIII. — Matières grasses.

Suifs, Savons, Cires, Huiles.

(281) *Essai des savons.*

EAU. — On pèse 10 grammes de savon dans un grand plateau à rebord, taré; on sèche à 130-140° jusqu'à poids constant: il faut avoir soin de percer la croûte qui s'est formée au début.

ACIDES GRAS. — On pèse 100 grammes de savon, que l'on place dans une capsule avec de l'eau distillée; on chauffe, puis on ajoute peu à peu un excès d'acide sulfurique étendu. Le savon est décomposé, les acides gras viennent surnager. Après quelques minutes d'ébullition, on enlève la capsule du feu et on la laisse refroidir dans un endroit tranquille. La couche huileuse qui surnage se solidifie: on perce alors le gâteau, on décante le liquide en évitant d'entraîner des parties solides; on ajoute de l'eau distillée, on fait bouillir de nouveau, et on recommence jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide. On laisse égoutter, et on chauffe la capsule à 100 ou 110°, jusqu'à ce que la masse soit sèche, ce que l'on constate lorsque la fusion est tranquille; on prend le poids total de la capsule et de la matière grasse; on nettoie la capsule, on la pèse de nouveau: la perte indique le poids de la matière grasse. En retranchant de ce poids 3,25 o/o d'eau de combi-

naison, on trouve le poids des acides gras anhydres dans le savon.

On détermine ensuite la densité de ces acides gras et leur point d'échauffement par l'acide sulfurique, qui est le même que celui des huiles correspondantes; ces acides gras donnent avec les réactifs les mêmes colorations que les huiles dont ils dérivent.

ALCALIS (soude ou potasse). — On pèse dans une capsule 10 grammes de savon et on l'incinère. Le résidu étant repris par l'eau, on détermine par un essai alcalimétrique la quantité d'alcali. On parvient au même résultat en décomposant un poids donné de savon par de l'acide sulfurique titré. Au besoin, la liqueur, séparée des acides gras, est évaporée à sec; le résidu, fortement calciné, est composé de sulfate de potassium ou de sodium dont on détermine le poids. Dans les savons mous il existe habituellement de la potasse et de la soude : il faut donc dans le produit de l'incinération doser la potasse et la soude par les méthodes décrites à l'Alcalimétrie. Par le calcul on déduit la quantité d'alcali anhydre (voir table **224**). On peut encore séparer la matière grasse, au moyen d'une solution de sel marin ; le précipité est lavé avec ladite solution jusqu'à ce qu'elle ne soit plus alcaline; on détermine alors la richesse en alcali par l'essai alcalimétrique.

GLYCÉRINE. — On dissout le savon dans l'eau, on précipite la matière grasse par la plus petite quantité d'acide chlorhydrique, on filtre, on lave à l'eau acidulée, on sature par du carbonate de sodium et on évapore à une douce chaleur. On reprend le résidu par l'alcool à 92°, on filtre, on évapore la solution alcoolique dans une capsule de platine et on pèse le résidu, puis on le calcine; la différence de poids correspond à la glycérine.

DÉTERMINATION DES MATIÈRES ÉTRANGÈRES. — On dissout 25 grammes de savon dans de l'alcool à 90°, on fait bouillir pendant quelques minutes et on laisse reposer. Si le savon est exempt de mélange, la solution est limpide et ne présente au fond du vase qu'un résidu insignifiant s'élevant au maximum à 1 pour 100. Si au contraire la solution alcoolique reste trouble et si on aperçoit au fond du vase un précipité, le savon est impur.

On mélange les savons avec les substances suivantes :

1° Substances minérales solubles dans l'eau : sulfate, chlorure, silicate de sodium ; — 2° substances minérales insolubles : craie, kaolin, sulfate de baryum, silice; — 3° matières organiques : fécule, gélatine, résine, etc.

Les sels alcalins contenus dans le savon se dosent dans les cendres : le chlorure de sodium par liqueur titrée; le sulfate par pesée à l'état de sulfate de baryum, dont le poids, multiplié par 0,609, donne celui du sulfate de sodium correspondant.

Résine. — On pèse 10 grammes de savon, on dissout dans 100 gr. d'eau, et on ajoute un excès suffisant de lessive de soude; le précipité est lavé sur un filtre avec une solution de soude, et mis à part. Les liqueurs sont saturées par l'acide sulfurique étendu, la résine recueillie sur un filtre taré, et le liquide saturé par du carbonate de sodium, évaporé à sec, et le résidu repris par l'alcool, qu'on distille : le résidu

composé de glycérine et de matières résinoïdes est repris par l'eau, qui laisse ces dernières.

Le savon précipité est redissous dans l'eau bouillante et traité par le chlorure de baryum ; les sels insolubles sont récoltés sur un filtre, lavés, séchés à 100° et traités par l'éther, qui dissout le résinate. On évapore et on traite par l'acide chlorhydrique, qui sépare la résine. Toutes ces parties résineuses sont réunies, séchées et pesées.

On peut aussi peser 10 grammes de savon, le dessécher à l'étuve, et l'épuiser, dans un petit appareil à épuisement, par l'éther sulfurique, qu'on évapore ensuite au bain-marie dans une capsule tarée : la résine reste comme résidu et est pesée.

La résine augmente considérablement la densité des acides gras et leur degré d'échauffement par l'acide sulfurique.

Huile de coco. — Les acides gras obtenus en additionnant d'acide chlorhydrique une solution de savon fabriqué d'après l'ancien procédé fondent vers 45°, ceux des savons fabriqués par la *méthode vive* fondent vers 30° : la présence de l'huile de coco abaisse leur poids de fusion à 23 ou 24°.

Alcali libre. — On ajoute à 100 grammes de savon, dans une capsule, 100 à 150 cc d'eau salée à 18° Baumé ; on fait bouillir. Quand le savon est bien fondu, on laisse refroidir, et on sépare le savon surnageant ; on dose par l'acide normal l'alcali libre qui reste dissous dans la solution salée et filtrée.

Enfin, pour reconnaître si les matières grasses contenues dans le savon sont parfaitement saponifiées, on précipite la solution par du chlorure de calcium, et on épuise le précipité calcaire par l'éther ou le sulfure de carbone. Ou mieux on additionne le savon de sable, on le sèche et on épuise directement, dans une petite allonge, le mélange par le sulfure de carbone. Dans les deux cas, l'évaporation de l'éther ou du sulfure de carbone laisse pour résidu la matière grasse.

(282) *Analyses de savons purs.*

A. *Savons liquidés.*

	Blanc parfumé.	Olives pures.	Olives et arachides.	Blanc mousseux.	Acide oléiq. de suif.	Jaune, huile de palme	Vert, huile de pulpe.
Eau %	9	33,50	34	30	33,50	33	32
Acides anhydres	79,55	59,40	58,90	64,90	59,50	59,60	60,30
Soude	9,55	6,48	6,65	7,42	6,48	7,08	6,70
Sels divers solubles	0,75 (1)	0,42	0,45	0,68	0,52	0,32	1
Rapport de l'alcali aux acides gras	12	11,25	11,31	12	10,90	11,75	11,10

1. La différence 1,15 est formée par la matière colorante et le parfum.

B. *Savons marbrés.*

	Bleu pâle.	Bleu vif.	Analyse des savons de potasse	
Eau %.....	34	32,50	Eau %.....	45
Acides anhydres....	54.50	55,75	Acides anhydres....	44
Soude combinée....	6,35	6,30	Potasse combinée...	8
Carbonate de sodium	0,30	0,40	— libre.....	1
Sels solubles.....	2,20	2,35	Sels divers..... ...	0,90
Glycérine.....	2,30	1,85	Matières organiques.	1,10
Fer, alumine, chaux.	0,35	0,65		
Rapport de l'alcali total aux acid. gras.	12,20	12,35		

(283) *Essai des beurres.*

Dosage de l'eau. — On chauffe 10 grammes de beurre dans l'étuve à 100° jusqu'à poids constant; ou bien on dissout 10 grammes de beurre dans 30 cc. de pétrole d'une densité de 0,69 et bouillant à 80-110° Le liquide qui se réunit au fond est récolté à l'aide d'un entonnoir à robinet et mesuré dans un tube divisé en dixièmes de centimètre cube : chaque division indique 1 pour 100 d'eau et d'impuretés. Le bon beurre renferme 10 à 14 pour 100 d'eau. De plus, on reconnaît ainsi la présence de substances peu solubles dans l'eau, ajoutées dans un but de fraude, et du sel mélangé au beurre pour le conserver. L'eau séparée renferme aussi en partie à l'état dissous les sels étrangers : alun, borax, verre soluble, etc.

On peut aussi sécher à 110° le beurre, et épuiser le produit par le pétrole léger bouillant avant 100°. Le résidu est constitué par le sel, la caséine et la lactose. Celle-ci peut être dosée par la liqueur de Fehling (table **301**).

Point de fusion des acides gras. — On le détermine exactement comme pour le suif (table **284**). Les acides gras du beurre fondent à 37°,5-38°; ceux de la margarine fondent à 45° ou plus bas, suivant la proportion d'huile qu'on a ajoutée.

Le beurre est formé par les glycérides des acides palmitique (surtout), oléique, stéarique, puis myristique et arachidique en petite quantité; et comme acides volatils, les acides caprylique normal, caprique ordinaire, caproïque (isobutylacétique) et butyrique normal.

Détermination des graisses étrangères (margarine). — On introduit une quinzaine de grammes de beurre dans une capsule, et on fait fondre au bain-marie. Après que l'eau et les impuretés se sont déposées, on décante le beurre avec soin et on filtre soit sur un entonnoir à eau chaude, soit sur un entonnoir placé dans l'étuve avec

un petit *becherglas*[1], le beurre limpide après filtration est refroidi. On pèse le vase, on enlève avec une baguette 3 à 4 grammes qu'on introduit dans une capsule de 12 centimètres de diamètre, avec la baguette et le beurre adhérent : on pèse le becherglas et la différence donne le poids du beurre. Dans la capsule on ajoute 50 cc. d'alcool et 1 à 2 grammes de potasse pure. Le liquide est chauffé au bain-marie jusqu'à ce que l'eau ajoutée peu à peu n'y produise plus de trouble, ce qu'on atteint généralement au bout de cinq minutes de chauffe; si par l'addition brusque d'une grande quantité d'eau on avait un précipité de flocons de graisse, il faudrait recommencer toute l'opération. La solution est évaporée au bain-marie, à consistance sirupeuse, le résidu dissous dans 100 à 150 cc. d'eau et la solution rendue fortement acide par de l'acide sulfurique étendu. Le tout est alors chauffé au bain-marie pendant une demi-heure environ, jusqu'à ce que la séparation des acides soit bien complète et que le liquide aqueux soit devenu absolument limpide. D'autre part, on sèche à 100° et on tare un filtre de 10 à 12 centimètres de diamètre, en papier Berzelius suffisamment épais pour que l'eau chaude ne passe que goutte à goutte; on le remplit à moitié d'eau et on y verse le contenu de la capsule, en ayant soin que le niveau du liquide ne dépasse jamais les deux tiers de la hauteur du filtre. La capsule et la baguette sont lavées à l'eau chaude qui enlève parfaitement les acides gras, puis le lavage de ces acides est continué sur le filtre jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule n'offre plus de réaction acide; il faut environ 3 quarts de litre d'eau bouillante pour atteindre ce résultat, et on ne court aucun risque de faire passer les acides gras au travers du filtre mouillé. Après le lavage, on plonge l'entonnoir dans de l'eau froide et, dès que les acides se sont solidifiés, on sèche le filtre à 100° dans un becherglas taré, jusqu'à ce que le poids ne varie plus, ce qu'on atteint au bout de 2 heures. On trouve ainsi le poids des acides gras non volatils et insolubles dans l'eau.

Le beurre donne par ce procédé 86,5 à 87,5, quelquefois 88 pour 100 d'acides gras. Les graisses animales qui servent à la falsification en renferment 95,5 pour 100, par conséquent un excès de 95,5 — 87,5 = 8 pour 100, à cause de l'absence complète d'acide gras volatils ou solubles. Si donc, en analysant un beurre, on trouve, pour la teneur en acides, un chiffre supérieur à 87,5, par exemple 91 pour 100, soit un excès de 3,5, on doit en conclure que le beurre est falsifié et qu'il a reçu, au minimum, une addition de $\frac{3,5}{8} \times 100 = 43$ pour 100 de graisse étrangère.

Procédé Dalican. — On fait fondre le beurre dans un vase conique, au bain-marie; on laisse reposer et on décante la partie claire sur un filtre en papier ordinaire, en recueillant dans une cap-

1. Le *becherglas* est un gobelet à parois minces, en verre de Bohême, désigné en France sous le nom de *vase à filtration chaude.*

sule; on laisse refroidir, on tare le vase, avec une baguette on enlève 10 grammes de beurre et on repèse la capsule; la différence de poids donne le beurre enlevé. Le beurre prélevé, avec la baguette, est introduit dans une capsule, fondu, traité par 50 cc. d'alcool à 95°, puis 6-8 cc. d'eau dans laquelle on a fait dissoudre 6 grammes de soude pure en plaques : on agite de temps en temps. Après éclaircissement on vérifie à l'aide de quelques gouttes d'eau si la saponification est complète; enfin on évapore à sec au bain-marie. Quand le savon est opaque et s'émiette facilement sous la baguette, on verse dessus 100 cc. d'eau, et on laisse dissoudre au bain-marie, *sans agiter*, puis on ajoute 5-6 cc. d'acide chlorhydrique, en léger excès ; on laisse au bain-marie jusqu'à ce que les acides gras n'aient plus l'aspect de grumeaux, et on abandonne au refroidissement. Le lendemain on enlève les acides gras, qu'on introduit dans un vase conique d'Erlenmeyer, de 300 cc. ; on décante avec soin sur un filtre l'eau sous-jacente, et à la pissette d'eau bouillante, on lave la capsule en faisant tomber les acides gras restants dans le vase qui renferme déjà les autres ; puis deux fois par jour on les lave à l'eau bouillante au bain-marie, on agite 1/4 d'heure ; on laisse refroidir. On décante sur le filtre en perçant la croûte, et on continue les lavages jusqu'à ce que l'eau ne rougisse plus un papier de tournesol, même après 1/4 d'heure d'immersion. On transvase les acides gras dans une capsule tarée, on lave à l'éther le filtre et le vase conique, on évapore le tout, on sèche à 120° et on pèse. Le calcul est le même que précédemment.

Méthode volumétrique. — Le beurre est fondu et desséché comme il est dit plus haut, on en pèse exactement par différence de 2 à 5 grammes qu'on introduit dans un vase conique d'Erlenmeyer avec 25 à 50 cc., mesurés exactement, d'une solution alcoolique de 28 grammes de potasse caustique pure par litre, que l'on peut aussi préparer en mélangeant 75 cc. de lessive de potasse à 36° Baumé ou 96 cc. de lessive à 30°, avec de l'alcool très concentré, jusqu'au volume de 1 litre. Cette solution ne se conservant pas, on la prépare chaque fois et on la titre avec de l'acide chlorhydrique demi-normal, à 18gr,18 HCl net par litre (table 213). Le beurre et la potasse sont chauffés au bain-marie en agitant: quand la saponification est complète, ce que l'on voit en ajoutant quelques gouttes d'eau, on chauffe encore un quart d'heure, on ajoute 4 gouttes de phtaléine du phénol, et on titre l'excès d'alcali. La différence entre les volumes d'acide employés est calculée en potasse (1 cc. d'acide = 0,02805 KHO) et ramenée à 1 gramme de beurre; soit n ce nombre : on sait que 1 gramme de beurre pur consomme pour sa saponification 221 à 232 milligrammes de potasse, soit en moyenne 227 : tandis que 1 gr. de margarine, de graisses ou d'huiles en consomme 195,5 (les acides volatils du beurre, ayant un poids moléculaire moins élevé, consomment plus de potasse); la proportion de margarine est donnée par la formule

$$\frac{100\,(227 - n)}{227 - 195{,}5}.$$

Procédé Reichert modifié. — On pèse 5 grammes de beurre séché, fondu et filtré, on les introduit dans un ballon de 200 cc. avec 2 grammes de potasse caustique sèche et 50 cc. d'alcool à 70 pour 100. Après saponification, on chasse l'alcool par distillation ou au bain-marie, on redissout le savon dans 100 cc. d'eau, on le décompose par 40 cc. d'acide sulfurique à 10 pour 100, on ajoute deux fragments de pierre ponce entortillés dans un fil de platine et on distille 110 cc. juste, dont on prend 100 cc. pour les titrer à la potasse normale-décime; on ajoute au chiffre trouvé 1/10 de sa valeur. Les beurres purs exigent de 26 à 33 cc. de potasse décime pour saturer l'acide volatil entraîné, tandis que les margarines, huiles et graisses n'en prennent que 1/2 à 3 cc. au plus.

Agents conservateurs. — On agite le beurre avec de l'eau tiède, et on laisse refroidir; dans cette eau, les réactifs habituels décèleront la présence de borax, de bicarbonate de sodium, d'acide salicylique.

Colorants. — Le beurre est agité avec de l'alcool faible tiède; celui-ci est décanté et évaporé. Le beurre pur ne cède rien.

Le rocou donne un résidu rouge-brun, qui bleuit par l'acide sulfurique.

Le curcuma donne un résidu rouge-brun, brun par l'acide chlorhydrique, brun foncé par les alcalis; la solution dans l'alcool ou la benzine est fluorescente.

Le safran donne un précipité orange par le sous-acétate de plomb.

La carotte devient verte par les alcalis.

Les dérivés nitrés et azoïques se reconnaissent à leurs réactions.

Le spectroscope donnera aussi d'utiles indications.

Le colorant le plus employé, et toléré, est une solution de rocou, quelquefois avec un peu de curcuma, dans l'huile de sésame.

(284) *Essai des suifs.*

1° Peser 50 grammes de suif.
2° Les faire fondre et chauffer à 125°.
3° Mesurer 40 cc. de soude caustique (à 36° Baumé).
4° Mesurer 25 cc. d'alcool à 40°.
5° Mêler les deux liquides dans une fiole.
6° Verser ce mélange sur le suif chaud.
7° Agiter sans cesse jusqu'à ce que le savon se solidifie.
8° Verser sur le savon 1 litre d'eau.
9° Faire bouillir le tout pendant 45 minutes.
10° Décomposer par l'acide sulfurique étendu.
11° Enlever l'eau à la pipette.
12° Couler la matière grasse dans un petit plateau.
13° Vérifier la cristallisation.

L'acide gras obtenu, on l'introduit dans un tube à essai de 10 à 12 centimètres de longueur sur 1 centimètre et demi à 2 centimètres de diamètre; il faut faire fondre assez de substance pour remplir le tube aux deux tiers et opérer cette fusion à l'aide d'une lampe à alcool.

Il est essentiel de ne pas trop chauffer les acides gras; pour cela on les agite quand il en reste encore un quart à fondre.

Le tube contenant la matière liquéfiée est placé dans un flacon muni d'un bouchon percé donnant passage au tube à essai. On plonge alors dans la matière grasse un thermomètre très exact, dont chaque degré est divisé en dixièmes de degré.

Lorsque la matière commence à se solidifier au bas du tube, il importe d'observer attentivement le thermomètre.

La cristallisation ayant gagné le tour du tube, l'opérateur agite légèrement l'acide gras en imprimant au thermomètre un mouvement circulaire 3 fois à droite, 3 fois à gauche.

Si l'on a pris note du degré que marquait le thermomètre avant l'agitation, on remarquera, après celle-ci, que le mercure est descendu de plusieurs fractions de degré, puis a remonté rapidement au-dessus du premier point noté, pour y rester stationnaire au moins 2 minutes. C'est ce dernier degré qui est pris pour titre du suif (table **286**).

Le titre du suif étant connu, on peut évaluer approximativement les proportions des acides solides et de l'acide liquide à l'aide du tableau suivant, dressé par M. Chevreul, au moyen de mélanges à proportions déterminées d'acide margarique et d'acide oléique (t. **285**).

D'après ce tableau, un suif qui aurait donné des acides fondant à 43°,7 devrait fournir 48 pour 100 d'acides solides et 52 pour 100 d'acide oléique.

Nous allons également faire connaître les nombres obtenus par MM. Dalican et F. Jean, en mélangeant l'acide stéarique type du commerce, dont le point de solidification est 55°,4, et l'acide oléique complètement débarrassé de l'acide margarique par un repos prolongé et par filtration (table **286**). Il est essentiel d'observer que dans ce tableau on a défalqué 4 pour 100 pour la glycérine et 1 pour 100 pour impuretés et humidité. Les nombres ne doivent donc pas se trouver d'accord avec ceux de M. Chevreul.

Pour déterminer les impuretés contenues dans les suifs ordinaires, on dissout un poids connu de suif dans l'éther ou le sulfure de carbone, on recueille sur un filtre taré, qu'on lave à l'éther, et on pèse.

Les suifs ordinaires contiennent 0,5 pour 100 d'impuretés (tissus cellulaires, débris de membranes). Les suifs d'os, outre les matières gélatineuses, renferment du carbonate et du phosphate de calcium combinés à des matières grasses. Elles peuvent s'élever de 5 à 20 p. 100.

Dans le commerce des corps gras, les bulletins d'essai des suifs indiquent l'humidité, les impuretés et le titre, c'est-à-dire la température de solidification des acides gras obtenus. A l'aide des tables 285 et 286 on se rend compte de la proportion d'acides solides qu'on peut retirer des échantillons examinés.

L'humidité est dosée sur 50 grammes, qu'on chauffe à 110-115° jusqu'à ce que les crépitations aient cessé; on fait refroidir dans l'exsiccateur et on pèse.

(285) *Tableau permettant (le titre d'un suif étant connu) de déterminer approximativement les proportions des acides solides et liquides* (CHEVREUL).

Acide oléique.	Acide concret.	Se trouble à	Se fige à	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.	Acide oléique.	Acide concret.	Points de fusion.
		°	°			°			°			°
99	1	+2	0	74	26	35,5	49	51	44,3	24	76	49,5
98	2	7	+2	73	27	36	48	52	44,5	23	77	49,8
97	3	7	3	72	28	36,5	47	53	45	22	78	50
96	4	7,5	5	71	29	37	46	54	45	21	79	50
95	5	9,5	7	70	30	37,5	45	55	45,7	20	80	50,2
94	6	11	8	69	31	38	44	56	46	19	81	50,3
93	7	15	9	68	32	38,5	43	57	46,3	18	82	50,7
92	8	15	10	67	33	38,7	42	58	46,5	17	83	51
91	9	16	14	66	34	39	41	59	46,5	16	84	51,5
90	10	21	17	65	35	39,5	40	60	46,7	15	85	51,8
89	11	25	18	64	36	39,7	39	61	47	14	86	52
88	12	26	21	63	37	40	38	62	47,7	13	87	52
87	13	26	24	62	38	40	37	63	47,7	12	88	52,5
86	14	27	25,5	61	39	41	36	64	47,8	11	89	52,5
85	15	28	26,5(1)	60	40	41	35	65	48	10	90	53
84	16	30	27,5	59	41	41,7	34	66	48	9	91	53
83	17	30	28,5	58	42	42	33	67	48,2	8	92	53,2
82	18	32	29,5	57	43	42	32	68	48,3	7	93	54
81	19	32	30,5	56	44	42,2	31	69	48,5	6	94	54
80	20	32,5	31,5	55	45	42,5	30	70	48,5	5	95	54
79	21	35	32	54	46	43	29	71	48,5	4	96	54,2
78	22	35	33	53	47	43,5	28	72	48,5	3	97	54,7
77	23	36	34	52	48	43,7	27	73	48,7	2	98	55
76	24	36	34,5	51	49	44	26	74	49,2	1	99	55
75	25	36,5	35,5	50	50	44	25	75	49,5			

1. A partir de ce nombre les degrés sont des points de fusion.

(286) *Tableau indiquant pour chaque degré du thermomètre la quantité d'acides stéarique et oléique contenue dans un suif (défalcation faite de 4 pour 100 pour la glycérine et de 1 pour 100 pour humidité et impuretés.)* (DALICAN et JEAN.)

Points de fusion.	Quantité °/₀ d'acide stéarique.	Quantité °/₀ d'acide oléique.	Points de fusion.	Quantité °/₀ d'acide stéarique.	Quantité °/₀ d'acide oléique.
40	35,15	59,85	45,5	52,25	42,75
40,5	36,10	58,90	46	53,20	41,80
41	38	57	46,5	55,10	39,90
41,5	38,95	56,05	47	57,95	37,05
42	39,90	55,10	47,5	58,90	36,10
42,5	42,75	52,25	48	61,75	33,25
43	43,70	51,30	48,5	66,50	28,50
43,5	44,65	50,35	49	71,25	23,75
44	47,50	47,50	49,5	72,20	22,80
44,5	49,50	45,60	50	75,05	19,95
45	51,30	43,70			

(287) *Tableau des quantités d'acide sulfurique, à divers degrés aréométriques, nécessaires pour saturer 100 kilogrammes de chaux.*

Degrés aréométriques de l'acide.	Quantité d'acide à 66° Baumé contenue dans l'acide.	Quantité d'acide à employer par 100 kilog. de chaux.	Degrés aréométriques de l'acide.	Quantité d'acide à 66° Baumé contenue dans l'acide.	Quantité d'acide à employer par 100 kilog. de chaux.
°B		kilogr.	°B		kilogr.
66	100,00	175	55	74,32	235,4
65	97,04	180,3	54	72,70	240,7
64	94,10	186	53	71,17	245,9
63	91,16	196,5	52	69,30	252,5
62	88,22	198,4	51	68,05	257,2
61	85,28	205,2	50	66,49	263,3
60	82,24	212,5	49	64,37	271,9
59	80,72	216,8	48	62,80	278,7
58	79,12	221,2	47	61,32	285,4
57	77,52	226	46	59,85	292,4
56	75,92	230,5	45	58,02	302

(288) *Essai des huiles.*

Voyez en outre 289, 290 et 294.

On peut caractériser une huile en employant la marche indiquée par M. Glassner, et fondée sur l'emploi des quatre réactifs suivants :

1° On mêle intimement 5 vol. d'huile avec 1 vol. de lessive de potasse, d'une densité de 1,34.

a. A la température ordinaire :

Masse blanche : *huile d'amandes, huile d'olive blanchie, huile de navette de choix.*
Masse jaunâtre : *olive, navette, sésame, œillette.*
Masse verdâtre : *lin, chènevis, huiles colorées ou contenant du cuivre.*

b. A chaud :

Savon brun dur : *chènevis.*
Savon jaune-brun mou : *lin.*
Savon rouge : *poisson.*

2° Dans un tube, on introduit avec précaution volumes égaux d'huile et d'acide azotique rouge fumant ; on observe ensuite une zone intermédiaire, qui est :

Étroite et vert clair ; l'huile devient opaque et se remplit de flocons : *amandes.*
Vert foncé, rose au dessus : *œillette.*
Large et d'un beau vert clair : *olive.*
Brun-rouge : *foie de morue.*
Vert et au-dessus jaune ; après quelque temps l'huile entière est jaune : *lin.*
Brun-rouge et au-dessus verdâtre : *navette.*

3° Dans un tube on agite volumes égaux d'huile et d'acide sulfurique concentré ; on observe au contact des liquides une coloration :

Beau vert foncé : *navette.*
Jaune ; brun-verdâtre par agitation : *œillette.*
Rouge ; bientôt stries noires dans le liquide : *poisson.*
Vert : *lin, chènevis.*
Beau violet pur : *foie de morue.*

4° On prépare avec l'huile, la litharge et l'eau bouillante un emplâtre qui est :

Solide : *olive.*
Mou : *navette, amandes, sésame.*
Mou, mais durcissant après quelque temps : *lin, noix, œillette, chènevis.*

Outre ces réactions, nous mentionnerons les suivantes

a. Un mélange à parties égales d'*acides sulfurique* et *nitrique* se colore avec :

Huile de sésame	en vert-pré foncé, puis rouge-groseille.
— d'olive	jaune clair.
— de lin	rouge-brun.
— d'amandes	fleur de pêcher.
— de colza	brun-rougeâtre.
— d'œillette	rouge-brique.

b. Les *huiles de crucifères,* bouillies avec un peu de potasse dans une capsule d'argent, donnent une coloration noire ; cette réaction est aussi obtenue avec les huiles de sésame de Kurrachée.

c. Les *huiles animales* (sauf celle de pied de bœuf) se colorent en noir par le chlore, qui décolore légèrement les huiles végétales.

d. L'*huile d'arachides* se recherche dans l'huile d'olives par le procédé suivant : On dissout 200 grammes de potasse dans 500 gr. d'alcool à 90° ; on saponifie un peu d'huile avec un excès de cette solution : le mélange doit rester 1/2 heure à 3/4 d'heure au bain-marie ; puis on abandonne dans un endroit frais (0-6°). L'arachidate de potassium étant peu soluble dans l'alcool, 5 pour 100 d'arachide sont accusés par le dépôt sur les parois du vase de grumeaux cristallisés ; s'il y en a davantage, l'huile se prend en masse. L'huile d'olives pure ne donne pas de grumeaux.

e. L'*huile de sésame* se reconnaît même dans les mélanges par la coloration rouge vif qu'elle donne lorsqu'on l'agite à 20°-25° pendant quelques minutes avec la moitié de son volume d'acide chlorhydrique pur à 22° Baumé, dans lequel, avant de s'en servir, on a fait dissoudre 2 pour 100 de sucre ; l'acide se sépare peu à peu en se colorant en rose ; l'huile prend la même coloration si elle renferme plus de 10 pour 100 d'huile de sésame.

f. Pour reconnaître l'*huile de coton* dans l'huile d'olives, on agite fortement dans un tube à essais, pendant 1/2 minute, 5 cc. d'huile avec 10 cc. d'acide nitrique de densité 1,40 et exempt de produits nitreux. On laisse reposer 5 à 6 minutes ; l'huile d'olives pure surnage colorée en gris clair avec léger reflet jaunâtre ; l'huile de coton pure devient brun-noirâtre : les mélanges varient du jaune d'or au brun, suivant la proportion de fraude.

En outre, l'huile de coton réduit au bain-marie la solution alcoolique de nitrate d'argent (5 cc. huile, 25 cc. alcool à 98° et 5 cc. de solution de 1 gr. nitrate d'argent dans 100 cc. d'alcool absolu).

g. On vérifie la qualité d'une *huile tournante*, en remplissant à moitié un verre de lessive de soude à 4° Baumé, et y versant successivement 10 gouttes d'huile ; si celle-ci s'émulsionne de suite en donnant un mélange laiteux et parfaitement combiné, et si, après avoir

fait passer le tout dans un autre verre, on n'observe point de globules huileux à la surface, l'huile est bien tournante.

h. L'*huile de ricin* est soluble en toutes proportions dans l'alcool, qui ne dissout que 1/20 à 1/25 au plus des autres huiles.

i. La rancidité des huiles se dose en agitant 10 gr. d'huile avec 30 à 40 cc. d'alcool à 92°, puis titrant à la potasse normale-décime en présence de phtaléine du phénol ; on compte en acide oléique (0gr,0282 pour 10 gr. ou 0gr,282 pour 100 par centimètre cube de potasse) ou en centimètres cubes de potasse normale pour 100 gr. d'huile, chiffre de Bürgstynn identique avec celui que l'on obtient avec la potasse décime et 10gr d'huile.

Pour le beurre, on opère de même : la limite admise comme rancidité d'un beurre comestible est de 8 cc. de potasse normale pour 100 gr., équivalant à 2,3 pour 100 d'acide oléique ou 0,7 pour 100 d'acide butyrique.

j. La *consistance* des huiles de graissage se détermine en pesant ou mesurant une quantité déterminée d'huile, l'introduisant dans un tube effilé et mesurant le temps qu'elle met à s'écouler. Si l'huile est trop épaisse ou solide, on chauffe le tube dans un bain d'eau ou de vapeur à température fixe (acétone, alcool, eau, etc.). On compare avec le temps que nécessite l'écoulement d'une même quantité d'huile type : les consistances sont en rapport direct des temps employés à l'écoulement.

L'essai est le même pour les huiles hydrocarburées.

(289) *Essai des huiles* (Dalican).

L'essai des huiles comporte plusieurs opérations principales.

1° Détermination de la densité.

2° Mesure de la température atteinte par le mélange de l'huile avec l'acide sulfurique *monohydraté*.

3° Action du mercure en solution azotique.

4° Détermination du point de solidification des acides gras obtenus par saponification. On opère comme pour les suifs, en faisant au besoin cristalliser les acides dans des mélanges réfrigérants.

Nous donnons dans le tableau ci-joint les résultats des trois premières opérations indiquées ci-dessus. La comparaison des nombres de la deuxième et de la troisième colonne démontre l'énorme différence de chaleur dégagée quand on opère avec l'acide monohydraté ou avec l'acide commercial. L'écart, souvent constaté dans la température trouvée par différents opérateurs pour une même huile, tient uniquement à ce que ceux-ci ne se sont pas assurés du degré de concentration de l'acide qu'ils ont employé, et non, comme on l'a dit quelquefois, à la forme du vase ou au mode d'agitation.

La table **291**, due à M. Arnavon, confirme et complète les données de M. Dalican. Les chiffres de M. Arnavon sont pris avec l'acide sulfurique commercial.

La solidification ou la non-solidification par le mercure se fait en pesant dans un verre à expériences :

1° 10 grammes d'huile;
2° 5 grammes d'acide azotique à 40 ou 42° Baumé;
3° 1 gramme de mercure métallique.

Il ne faut mettre le mercure qu'après les pesées d'acide et d'huile, pour éviter tout dégagement de gaz nitreux.

Quand le mercure est dissous, on agite vigoureusement pendant 3 minutes, on laisse en repos. Après 20 minutes, on fait une nouvelle agitation pendant 1 minute. Si l'on a affaire à une huile solidifiable, elle se prend en une masse qui se détache facilement du verre 1 heure après la dernière agitation.

D'autres huiles ne se solidifient qu'au bout de 2 à 3 heures, et même 4 et 6 heures, enfin d'autres ne se solidifient pas du tout. Exemples : le ricin, le pavot, etc., etc.

Les huiles siccatives, et les huiles animales, qui ne se solidifient pas, forment une pâte visqueuse, rougeâtre, et se boursouflent.

Tout le monde sait que, lorsque l'on a affaire à une huile de crucifère, il y a coloration en noir de l'argent, si on la fait bouillir dans une capsule d'argent, même quand l'huile soumise à l'essai ne contiendrait que 8 à 10 pour 100 d'huile de crucifère.

Observations. — 1° Le tableau ci-joint montre que l'acide sulfurique monohydraté donne toujours une élévation de température supérieure à celle qui est donnée par l'acide sulfurique commercial. Il n'y a qu'une seule exception, c'est pour l'huile de baleine.

2° Toutes les densités ont été prises à l'aide de la balance aréothermique. Celles de M. Arnavon sont déterminées avec le flacon. La densité est prise à 15° par rapport à l'eau à 4°,1. Correction : D à $15^0 = D^t + 0{,}00064\,(t - 15^0)$, par conséquent additive au-dessus de 15°.

3° Les expériences pour la chaleur dégagée par l'acide sulfurique, comme pour la solidification mercurielle, ont été faites dans des verres à expérience de 100 à 120 grammes de capacité.

Voici comment on opère : Dans un verre, rigoureusement taré, on pèse d'abord 20 grammes d'acide sulfurique à 66°. On verse sur cet acide 20 grammes de l'huile à essayer. On a soin de faire couler cette huile sur la paroi du verre, pour qu'elle descende doucement à la surface de l'acide sans y développer de chaleur. On place au milieu de l'huile la boule très petite d'un thermomètre sensible, à degrés bien espacés et marquant au moins jusqu'à 120°. Ce thermomètre est suspendu à une potence. Après 4 à 5 minutes d'immersion, la température indiquée par le thermomètre est devenue fixe. On prend note de cette température, puis avec une baguette on agite vivement l'huile avec l'acide, puis plus lentement. On regarde attentivement le thermomètre, qui monte rapidement au maximum d'élévation que peut produire l'acide sur l'huile. Il faut 2 à 3 minutes pour que le thermomètre manifeste cette élévation de température. Nous croyons utile de dessécher au préalable l'huile à 100° ou dans le vide.

(290) *Tableau pour l'essai des huiles* (M. DALICAN.)

Noms des huiles.	Densité à 15° C.	Élévation de la température par le mélange avec l'acide sulfurique : monohydraté. Densité = 1,844.	commercial. Densité = 1,836.	Solidification par le mercure et l'acide azotique.
Olive verte....	917	55,50	38,50	1 heure.
Olive de Naples.....	916,20	51	39,50	1 heure.
Arachide.....	917,	62	43	1 heure 20.
Sésame.....	921,	66	51,50	3 heures.
Colza frossage.....	914	62	46,50	3 heures 50.
Ravison.....	920,50	69,50	58	6 heures, pâteux.
Chènevis.....	925	73	67,50	Pas.
Pavot.....	925	85,50	79,50	Pas.
Coton.....	924,50	69,50	64	2 heures et demie.
Bancoul.....	928	110	89	Mousse rouge, pâteux.
Ricin.....	965	65,50	56,50	Pas.
Oléine neutre.....	914,50	38	29	55 minutes.
Ac. oléique saponifié.	902,50	47,50	36	3 heures, pâteux.
Ac. oléique distillé...	896 à 897	42,50	38,50	Pas.
Lin à froid.....	935,50	114,50	106	Mousse rouge, pâteux.
Morue brune.....	927	89,50	82,50	Pas; rouge pâteux, mousse.
Baleine.....	926,50	63,50 à 73	75 à 78,50	Rouge pâteux, effervescence.
Mouton (Pied de)...	918,75	51,50	36	2 heures.
Cheval..... ..	918,50	66	42,50	1 heure 10.
Résine D.....	943	23	12,50	Rouge, pas.
Oléo-naphte.....	906,20	7	4,40	Pas.
Résine. U.....	995	42,50	28,50	Rouge pâteux, effervescence.
Pétrole raffiné lourd.	854,50	15,50	10	Pas.

(291) *Caractères principaux de quelques huiles pures* (ARNAVON).

	Densité à 15°.	Chaleur par H^2SO^4 commercial.	Point de solid. des acides.	Densité des acides à 30°
Amandes douces	918,2	49°	12°	893,0
Aouara (astrocaryum vulgare)	916,5	35	31	890,8
Arachide	918	46	28	891,8
— décortiquée	919	46	28	891,8
Baobab (Madagascar)	919,5	47	29,5	895
Botha ou lentisque	920	45	29	891,9
Chanvre (chènevis)	923	74	8	898,4
Colza	915	49	18	888,5
Coton épuré	922,5	65	32	899
Faîne	920	59	14	892
Lin	935	104	19	910,2
Moutarde	918,5	53	11	892
Navette	917	56	17	891,5
Niger (Inde)	926	75	26	898
Noix	927,5	88	9	902
Noix de Bakoul (Indo-Chine)	927,5	91	11	901,5
Olive à bouche	916,5	37	19	888,6
— à fabrique	915,5	37,5	21	888,6
Pavot-œillette	925	74	17	897,5
Pulghère (Afrique)	920	52	27	891,7
Pulpe d'olives	920	37,5	20	891,8
Ravison (mer Noire)	921	56	6	891,9
Ressence d'olives	922	38,5	22	892,5
Ricin à fabrique	964	52		
Sésame à froid	923	58	22	898,4
— à chaud	924	58	22	898,4
— du Levant	926,5	58	22	899,2
Azyme (Madagascar)	915	»	46	
Castanha (Mozambique)	918,5	43	39	
Coco (Antilles)	925,5	18,5	29	898,6
Coprah (Afrique, Inde)	925	18	28	894,1
Illipé (Inde)	915,5	32,5	43	889
Maffourère (côte d'Afrique)	920,5	30	50	892
Palme	915,5	»	44	888,4
Palmiste (Guyane)	924	20	28	893,1
Rénéhala (Madagascar)	918,5	46	35	891,9
Suif végétal (Indo-Chine)	911,5	»	53	
Graisse de cheval	918,5	42	37	891,8
Saindoux	917	»	38	
Suif animal	918	»	46	
Acide oléique de suif		30	variable.	889

(292) *Bougies et acide stéarique.*

Recherche de la paraffine. — On chauffe à l'ébullition 200 à 300 cc. de lessive de potasse d'une densité de 1,15 et on ajoute 6 grammes de bougie à examiner. Après une demi-heure, on précipite par un léger excès de chlorure de calcium. Si on soupçonnait la présence d'une forte quantité de paraffine, on ajouterait à la lessive un peu de carbonate de potassium. On lave le savon calcaire à l'eau chaude, on le sèche à 100° et on le pèse. On prend la moitié ou le tiers de la masse qu'on pulvérise finement; puis on l'épuise dans un appareil de déplacement, analogue à celui de Gerber [1], au moyen de l'éther de pétrole, bouillant au-dessous de 100°. On distille ensuite celui-ci, et le résidu, pesé dans l'appareil même, représente la paraffine; on ramène son poids à la masse totale, puis à 100 parties de bougie.

Recherche de l'arsenic. — On fait brûler une bougie pendant une heure dans une allonge dont les parois sont humectées d'eau, en renouvelant cette eau lentement. Dans cette eau, additionnée des eaux de lavage de l'allonge, on recherche l'arsenic par l'appareil de Marsh.

Recherche du suif et de la glycérine. — On fait bouillir 50 cc. d'eau, on ajoute 5 grammes d'acide stéarique et 2 grammes de litharge finement pulvérisée, de telle sorte que cette dernière soit en excès, ce que l'on reconnaît à la couleur rosée du savon. Après refroidissement, on récolte celui-ci avec une spatule et on l'introduit dans un ballon qu'on peut fermer et agiter de temps en temps avec de l'éther. Après 3 heures, on filtre et on ajoute à l'éther de l'hydrogène sulfuré qui indique la présence de l'oléate de plomb soluble dans l'éther. D'un autre côté, le liquide aqueux, filtré pour enlever les dernières traces de savon plombique, ne doit pas noircir par l'hydrogène sulfuré; s'il se produit du sulfure de plomb, après l'avoir séparé par filtration, on évapore à sec au bain-marie; un résidu sirupeux indique probablement la glycérine. On vérifie sa nature en le chauffant avec un peu de bisulfate de potassium dans un tube : la glycérine, dans ce cas, produit de l'acroléine, reconnaissable à son odeur et à son action irritante sur les yeux. On condense les vapeurs dans un tube, et on vérifie si elles réduisent le nitrate d'argent ammoniacal. On peut également comparer les points de fusion de la matière de la bougie et celui des acides gras provenant de la saponification de la même matière, en opérant suivant la table **284**.

1. *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 342. L'appareil se trouve chez MM. Alvergniat. C'est un ballon soufflé, surmonté d'une allonge où l'on place le filtre, et qui est relié avec un réfrigérant ascendant

(293) *Cires.*

La cire jaune fond à 64°, la cire blanche à 69°. Ces points ne sont pas abaissés par l'addition de 10 pour 100 de suif. 20 pour 100 de suif abaissent les points de fusion de 3° environ, et 50 pour 100 de 5° environ. On dose le suif et la paraffine d'après la densité (**294** et **295**).

Si la cire possède une densité supérieure à 0,970, elle est falsifiée avec la cire du Japon. On recherche le suif dans la cire en la saponifiant par un alcali, décomposant le savon, qui se sépare à froid, par un acide, et recherchant l'acide oléique comme il est dit table **292**. On recherche la résine en faisant bouillir la cire avec un peu d'acide azotique concentré pendant une demi-heure. Quand il ne se dégage plus de vapeurs rouges, on refroidit le tube, on laisse la cire se solidifier et on ajoute de l'eau au liquide décanté. S'il se précipite des flocons jaunes solubles dans l'ammoniaque en rouge-brun, on peut conclure que la cire est falsifiée avec de la résine.

(294) *Densités des mélanges de cire et suif.*

Densités.	Cire renfermant °/₀ suif.	Densités.	Cire renfermant °/₀ suif.
0,962	0	0,914	75
0,951	20	0,886	100
0,934	50		

(295) *Densités des mélanges de cire et paraffine.*

Densités.	Cire renfermant °/₀ paraffine.	Densités.	Cire renfermant °/₀ paraffine.
0,871	100	0,942	25
0,893	75	0,948	20
0,920	50	0,969	0

Section IX. — Sucre et Fécule.

Voyez aussi table 109.

(296) *Densités des solutions de sucre de canne et de raisin donnant leur richesse en sucre de canne et de raisin* (POHL).

Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités %.	Densités. — Sucre de canne.	Densités. — Sucre de raisin.	Quantités %.
1,0080	1,0072	2	1,0616	1,0616	15
1,0201	1,0200	5	1,0704	1,0693	17
1,0281	1,0275	7	1,0838	1,083	20
1,0405	1,0406	10	1,0929	1,0909	22
1,0487	1,0480	12	1,1068	1,1021	25

(297) *Solubilité de la chaux dans les solutions sucrées.*

Sucre dans 100 p. eau.	Densité du sirop.	Densité après saturation par la chaux.	100 p. du résidu séché à 120° contiennent	
			Chaux.	Sucre.
40	1,122	1,179	21	79
35	1,110	1,166	20,5	79,5
30	1,096	1,148	20,1	79,9
25	1,082	1,128	19,8	80,2
20	1,068	1,104	18,8	81,2
15	1,052	1,080	18,5	81,5
10	1,036	1,053	18,1	81,9
5	1,018	1,026	15,3	84,7

(298) *Preuve pour la richesse des sirops.*

Sucre %.	Eau %.	Nom de la preuve.	Température l'ébullition du sirop sous la pression ordinaire de 0m,76.
93,75	4,25	Grand cassé.	128°,5
92,67	7,33	Petit cassé.	122
91	9	Grand soufflé.	121
89	11	Petit soufflé.	116
88	12	Crochet fort.	112
87	13	Crochet léger.	110,5
85	15	Filet.	109

...

(299) *Richesse en sucre des masses cuites (grains et sirop)* (MAUMENÉ).

Poids du litre.	Sirop de D = 1.400.	Sucre cristallisé.	Sucre total.	%
gr.	gr.	gr.	gr.	
1405	1334,75	70,25	1090,378	77,606
1410	1304,325	105,675	1102,562	78,497
1415	1273,50	141,50	1114,812	78,783
1420	1242,415	177,585	1127,155	79,376
1425	1211,25	213,75	1139,480	79,964
1430	1179,825	250,175	1151,885	80,549
1435	1148	287,0	1164,390	81,142
1440	1115,915	324,085	1176,955	81,735
1445	1083,75	361,25	1189,540	82,320
1450	1051,325	398,675	1202,177	82,907
1455	1018,50	436,50	1214,975	83,504
1460	985,415	474,585	1227,705	84,091
1465	952,250	512,755	1240,216	84,676
1470	918,825	551,175	1253,402	85,264
1475	885	590,000	1266,391	85,857
1480	850,915	629,085	1279,431	86,449
1485	816,75	668,25	1292,447	87,032
1490	782,325	707,675	1305 569	87,622
1495	747,5	747,5	1328,862	88,217
1500	712,415	787,585	1332,055	88,804
1505	677,25	827,75	1345,335	89,390
1510	641,825	868,175	1357,571	89,885
1515	606	909	1372,155	90,572
1520	569,915	950,085	1385,651	91,162
1525	533,75	991,25	1399,232	91,753
1530	497,325	1032,675	1412,756	92,337
1535	460,5	1074,45	1426,454	92 927
1540	423,415	1116,585	1440,182	93 519
1545	386,25	1153,75	1453,917	94,103
1550	348,825	1201,175	1467,959	94,696
1555	311	1244	1481,692	95,286
1560	272,915	1287,085	1495,658	95,876
1565	234,75	1330,25	1509,632	96,463
1570	196,325	1373,675	1523,706	97,050
1575	157,5	1417,5	1537,873	97,643
1580	118,415	1461,585	1552,077	98,232
1585	79,25	1505,75	1566,319	98,822
1590	39 825	1550,175	1580,609	99,409
1595	0	1595	1595	100,000

(300) *Dosage du sucre.*

1° Au moyen du poids spécifique.

Cette méthode n'est applicable qu'aux solutions de sucre pur. On détermine la densité au moyen du flacon à densité ou d'un aréomètre très fin; en se reportant à la table des poids spécifiques des solutions du sucre (tables 109, 296) on trouve la teneur cherchée. Si on emploie le sucromètre, on lit directement la teneur en sucre; il faut dans ce cas tenir compte de la température.

Pour les densimètres donnant le millième, la correction est de 0,2 environ par degré de température, additive au-dessus de 15 à 25°, soustractive de 10 à 15°.

2° Par la liqueur de Fehling.

Cette méthode repose sur ce fait que 5 molécules de sulfate de cuivre ($CuSO^4 + 5H^2O$), en solution tartrique alcaline, sont ramenés à l'état d'oxydule par 1 molécule de glucose ($C^6H^{12}O^6$). Le sucre de canne est sans action sur la liqueur de Fehling et doit être interverti ou ramené à l'état de glucose.

Les recherches de M. Soxhlet ont montré que la quantité d'oxyde de cuivre réduit varie un peu suivant l'état de dilution. Ainsi, en employant des solutions de sucre à 1 pour 100, 1 molécule de sucre réduit le nombre suivant de molécules d'oxyde de cuivre :

	Fehling pur.	Avec 4 volumes d'eau.
Glucose	5,26	5,06
Lévulose	5,07	4,86
Lactose	3,7	3,7
Galactose (lactose interverti)	4,9	4,7
Sucre interverti	5,06	4,85
Maltose	3,04	3,21

Les solutions de liqueur de Fehling ou cupropotassique (table 301) doivent être conservées dans un lieu obscur, la lumière les altérant.

On prend 10 cc. de la liqueur normale, auxquels on ajoute 40 ou 50 cc. d'eau distillée, puis on chauffe à l'ébullition. Elle est propre à être employée, si pendant l'ébullition il ne se dépose pas de protoxyde de cuivre et si la liqueur reste claire. Dans tous les cas, il est utile d'ajouter avant l'ébullition, et afin d'être sûr que la liqueur ne précipitera pas, un peu de soude caustique. On vérifie chaque fois le titre, avec $0^{gr},0475$ de sucre de canne pur qu'on dissout dans 10 cc. d'eau additionnée de 1 cc. d'acide chlorhydrique, et qu'on chauffe pendant quelque temps à 70° pour l'intervertir.

10 cc. de la solution de Fehling renferment 0,3465 de sulfate de

cuivre correspondant à 0,05 de glucose ou 0,0475 de sucre de canne (95 parties de sucre de canne donnent par l'interversion 100 parties de sucre interverti). Mais le titre peut varier.

La liqueur de M. Pasteur et celle de M. Boussingault (table 301) doivent être titrées par un essai spécial avec le sucre interverti.

La solution de glucose ou de sucre interverti doit être étendue de manière qu'elle ne renferme pas plus de 1/2 pour 100 de sucre. C'est cette solution que l'on laisse tomber goutte à goutte au moyen d'une burette dans les 10 cc. de liqueur cuivrique étendus de 2 ou 3 vol. d'eau et d'un peu de potasse, maintenus à l'ébullition jusqu'à ce que la couleur bleue ait entièrement disparu.

La solution de sucre doit être ajoutée très lentement, de manière que le liquide caustique ne soit pas sensiblement refroidi.

3° Par la fermentation.

D'après l'équation $C^6H^{12}O^6 = 2CO^2 + 2C^2H^6O$, 100 parties de glucose doivent donner 48,89 parties d'acide carbonique; cependant on n'en obtient jamais que 47, à cause des produits secondaires. On prend environ 3 grammes de sucre, on les dissout dans 4 parties d'eau ou 12 grammes et on ajoute un petit peu de levûre de bière, dans un petit appareil qui permet de doser l'acide carbonique dégagé, puis on dispose le tout dans un endroit modérément chaud, après l'avoir pesé. Quand le dégagement d'acide carbonique a cessé, ce qui exige plusieurs jours, on aspire de l'air à travers l'appareil et on pèse de nouveau. Le poids d'acide carbonique trouvé en grammes, multiplié par $\frac{100}{47}$, donne la quantité de glucose, d'où on déduit la quantité de sucre de canne correspondante.

Il est bon de vérifier, dans une opération conduite de la même façon, si la levûre ne dégage pas par elle-même de l'acide carbonique.

4° Méthodes optiques.

Elles sont fondées sur l'action des solutions de sucre sur la lumière polarisée, action analogue à celle d'une plaque de quartz, perpendiculaire à l'axe. Les degrés du polarimètre, du polaristrobomètre, de l'appareil à pénombres de Cornu, indiquent directement la rotation du plan de polarisation; ceux du saccharimètre de Soleil indiquent, en *centièmes de millimètre*, l'épaisseur de quartz qui équivaut par son action optique à la solution sucrée; ils indiquent directement la richesse des sucres si l'on en pèse une quantité convenable. Le saccharimètre de Laurent porte une division angulaire comme le polarimètre de Biot, et en outre une division saccharimétrique qui représente aussi des centièmes de millimètre de quartz. Dans ce dernier appareil on opère avec la lumière monochromatique jaune du sodium, l'emploi du jaune moyen dans l'appareil de Soleil amenant quelques incertitudes. En France on n'emploie guère que le polarimètre à pénombres, ou le saccharimètre de Soleil.

(301) *Préparation de la liqueur* de FEHLING.

1° Dissoudre 34gr,65 de sulfate de cuivre cristallisé et pur dans 200 cc. d'eau distillée.

2° Dissoudre 173 grammes de tartrate de sodium et de potassium dans 480 cc. de lessive de soude d'une densité de 1,14. On verse peu à peu la première solution dans la seconde, puis on étend le tout de manière à faire 1 litre (1000 cc.) à la température normale de 17,5.

On amène cette solution à être équivalente exactement à 0gr,05 de glucose ou de sucre interverti par 10 cc., et l'on se sert alors de la table suivante. Soit au contraire 1 titre de x en grammes de glucose pour 10 cc. de Fehling, n le nombre de centimètres cubes de liquide sucré employé pour 10 cc. de liqueur de Fehling. On a : grammes de sucre par litre $= \frac{x \times 1000}{n}$.

FORMULE DE M. VIOLETTE.

1° Faire dissoudre 260 grammes de sel de Seignette (tartrate double de potassium et de sodium) dans 200 grammes d'eau distillée, ajouter 500 grammes de lessive de soude à 24° Baumé.

2° Faire dissoudre 36gr,46 de sulfate de cuivre cristallisé dans 140 grammes d'eau.

3° Mêler les deux solutions en versant la seconde dans la première, agiter et compléter 1 litre à la température de 15°.

Cette solution se conserve longtemps dans de petits flacons d'une centaine de grammes bouchés à l'émeri et dont le bouchon est recouvert de paraffine, et qu'on place ensuite dans un endroit obscur.

10 cc. de la liqueur de Violette correspondent à 0gr,050 de saccharose (avant l'interversion) ou 0gr,05263 de glucose ou de sucre interverti.

FORMULE DE M. PASTEUR.

La liqueur de Fehling présente l'inconvénient de laisser déposer du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière. M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable à la lumière.

On fait dissoudre séparément :

130 grammes	de soude ;	
105	—	d'acide tartrique ;
80	—	de potasse ;
40	—	de sulfate de cuivre cristallisé.

On mélange et on complète le volume de 1 litre.

FORMULE EMPLOYÉE PAR M. BOUSSINGAULT.

1° Sulfate de cuivre cristallisé..... 40 grammes.
Dissoudre dans 200 centimètres cubes.
2° Tartrate neutre de potassium..... 160 grammes.
Soude caustique sèche..... 130 —
Dissoudre dans 600 centimètres cubes d'eau ; mêler et compléter 1 litre, faire bouillir quelques minutes après la préparation.

Cette liqueur est inaltérable et ne dépose pas spontanément d'oxydule de cuivre.

En nous plaçant dans les conditions habituelles, de solutions renfermant de 0,5 à 0,1 pour 100 de sucre réducteur, les volumes de liquide sucré employés pour 10 cc. de liqueur de Fehling renferment, en grammes par litre :

Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.	Centimètres cubes.	Glucose et lévulose.	Diff.	Lactose anhydre.	Maltose anhydre.
10	5,000		6,350	7,500	26	1,923		2,442	2,884
		454					71		
11	4,546		5,773	6,818	27	1,852		2,354	2,778
		379					66		
12	4,167		5,292	6,250	28	1,786		2,268	2,679
		321					62		
13	3,846		4,884	5,770	29	1,724		2,189	2,586
		275					57		
14	3,571		4,536	5,357	30	1,667		2,117	2,500
		237					54		
15	3,334		4,233	5,000	31	1,613		2,049	2,419
		209					50		
16	3,125		3,96	4,687	32	1,563		1,984	2,344
		184					48		
17	2,941		3,744	4,412	33	1,515		1,924	2,272
		163					44		
18	2,778		3,528	4,167	34	1,471		1,868	2,206
		146					42		
19	2,632		3,342	3,947	35	1,429		1,814	2,143
		132					40		
20	2,500		3,175	3,750	36	1,389		1,764	2,083
		119					38		
21	2,381		3,024	3,571	37	1,351		1,717	2,027
		108					35		
22	2,273		2,886	3,409	38	1,316		1,671	1,973
		99					34		
23	2,174		2,761	3,261	39	1,282		1,628	1,923
		91					32		
24	2,083		2,643	3,125	40	1,250		1,588	1,875
		83							
25	2,000		2,540	3,000					

Pour avoir la valeur en maltose et lactose hydratées, ajouter 1/19e ou multiplier par 100/95.

(302) *Méthode pondérale de* SOXHLET.

Il importe d'opérer toujours dans les mêmes conditions : On mélange, par exemple, 60 cc. de liqueur de Fehling (qui n'a pas besoin d'être titrée, et peut se préparer au moment même par le mélange du tartrate et du cuivre) et 60 cc. d'eau. On fait bouillir, on ajoute d'un coup 25 cc. de solution renfermant *au plus* 1 pour 100 de sucre, et, après deux minutes d'ébullition, on filtre dans un entonnoir spécial de la forme des anciens tubes à chlorure de calcium, de 12 centimètres de long et 13 millimètres de diamètre, dont la boule est à moitié remplie de fibres d'amiante pas trop molles et rangées aussi transversalement que possible ; le tube est lavé à l'eau bouillante, séché et pesé. On filtre le liquide bouillant, on lave à l'eau bouillante, à l'alcool, à l'alcool absolu, à l'éther. On ajuste le tube sur un appareil à hydrogène, et, quand l'éther est chassé, on chauffe doucement la partie qui renferme l'oxyde de cuivre ; on laisse refroidir, on déplace l'hydrogène par l'air et on pèse. On calcule en s'aidant de la table suivante :

Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.	Cu.	Glucose.
10 mgr.	6,1 mgr.	50 mgr.	25,9 mgr.	300 mgr.	156,5 mgr.
20	11	100	50,9	400	212,9
30	16	200	102,6	463	249,9

(303) *Usage du saccharimètre* SOLEIL.

On dissout 16gr,35 de sucre dans environ 60 centimètres d'eau, on décolore, s'il y a lieu, par l'addition de 2 ou 3 centimètres cubes de sous-acétate de plomb (voy. sa préparation, t. 308), on étend à 100 centimètres cubes, et si le liquide est trouble, on le filtre. On en remplit un tube de 20 centimètres, et on ramène la teinte primitive. S'il n'y a que de la saccharose et des substances inactives, le nombre lu sur la graduation indique la quantité de sucre cristallisé dans 100 parties de la matière primitive.

Si d'autres sucres sont en présence, il faut pratiquer l'interversion. Le liquide primitif (50 cc.) sans sous-acétate de plomb est additionné de 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et fumant. On chauffe le tout à 68° au bain-marie, on laisse refroidir et on en remplit un tube de 22 centimètres de long ; si on n'en a que de 20 centimètres, il faut multiplier le résultat par $\frac{11}{10}$ à cause de l'acide ajouté. Ensuite on emploie les tables de Clerget (table 305).

Si la liqueur renferme des alcalis ou des carbonates alcalins, ceux-ci diminuent le pouvoir rotatoire du sucre.

Les nombres suivants indiquent la quantité de sucre dissimulée par 1 partie de matière minérale :

	Solution renfermant		
	De 20 à 25 p. 100 de sucre.	10 p. 100 de sucre.	5 p. 100 de sucre.
1 p. de soude.....	1,319 à 1,114	0,907	0,450
1 p. de potasse.....	0,915	0,650	0,426
1 p. de carbonate de sodium.....	0,254	0.093	»
1 p. de carbonate de potassium...	0,185	0,143	»

Si on sursature par de l'acide carbonique, il se forme des bicarbonates alcalins, et le sucre reprend en entier son pouvoir rotatoire.

Nota. Les nombres obtenus avec les tables de Clerget et la pesée de 16gr,35 sont un peu forts, la quantité de sucre équivalant à 1 millimètre de quartz étant voisine de 16gr 2 dans les circonstances de l'opération (A. Girard et de Luynes).

(304) *Dosage du glucose dans les urines.*

Le dosage par la liqueur de Fehling s'effectue comme d'habitude, seulement il faut étendre l'urine de telle sorte, qu'elle renferme 1/2 pour 100 de sucre et ajouter une plus grande quantité de potasse à la liqueur cuivrique.

On opère avec le saccharimètre Soleil ou l'appareil Laurent. On décolore par 1/10 d'acétate de plomb et l'on se sert du tube de 22 centimètres. **Le nombre de degrés saccharimétriques multiplié par 2,22 donne la quantité de glucose en grammes par litre.**

(305) *Table de Clerget pour corriger les indications du saccharimètre de Soleil dans l'essai des liquides sucrés.*

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C	20° C.	N.	N'.
1,39	1,37	1,34	1	1,64	36.17	35,53	34,85	26	42,51
2,78	2,73	2,68	2	3,27	37,57	36,90	36,19	27	44,15
4,16	4,10	4,02	3	4,91	38,94	38,25	37,53	28	45,78
5.56	5,46	5,36	4	6,54	40,34	39,60	38,87	29	47,42
6,95	6,83	6.70	5	8,17	41,74	40,97	40,21	30	49,05
8,35	8,19	8,04	6	9,81	43,12	42,33	41,55	31	50,69
9,74	9,56	9,38	7	11,44	44,51	43,70	42,89	32	52,33
11,13	10,93	10,72	8	13,08	45,90	45,07	44,23	33	53,97
12,52	12,29	12,06	9	14,71	47,20	46,43	45,57	34	55,60
13,91	13,66	13,41	10	16,35	48,68	47,80	46,91	35	57,24
15,30	15,03	14,75	11	17.99	50,08	49.16	48,25	36	58,87
16,69	16,40	16,09	12	19,62	51,47	50,53	49,59	37	60,50
18,08	17,77	17,43	13	21,26	52,86	51,90	50,93	38	62.14
19,47	19,14	18,77	14	22,89	54,25	53,26	52,27	39	63,77
20,86	20,51	20,11	15	24,52	55,64	54,63	53,63	40	65,40
22,26	21,88	21,45	16	26,16	57,03	55,99	54,96	41	67,03
23,65	23,25	22,79	17	27,79	58,42	57,36	56,30	42	68,67
25,04	24,62	21,13	18	39,43	59,81	58,73	57,64	43	70,31
26,43	25,90	25,47	19	31,06	61,20	60,09	58,98	44	71,95
27,82	27,31	26,81	20	32,70	62,59	61,46	60,32	45	73,58
29,21	28,68	28,15	21	34,34	63,99	62,82	61,66	46	75,22
30,60	30,05	29,49	22	35,98	65,38	64,19	63,00	47	76,85
31,99	31,42	30,33	23	37,61	66,77	65,56	64,34	48	78,48
33,38	32,79	32,16	24	39,25	68.17	66,92	65,68	49	80,12
34,77	34,16	33,51	25	40,88	69,57	68,29	67.02	50	81,75

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C	15° C.	20° C.	N.	N'.
70,95	69,66	68,37	51	83,38	126,6	124,3	122,0	91	148,7
72,34	71,02	69,71	52	85,01	128,0	125,6	123,3	92	150,4
73,73	72,39	71,05	53	86,65	129,4	127,0	124,7	93	152,1
75,12	73,76	72,40	54	88,29	130,8	128,4	126,0	94	153,7
76,51	75,12	73,74	55	89,93	132,2	129,7	127,4	95	155,3
77,90	76,49	75,08	56	91,56	133,6	131,1	128,7	96	156,9
79,29	77,85	76,42	57	93,20	134,9	132,5	130,0	97	158,6
80,68	79,22	77,76	58	94,83	136,3	133,8	131,4	98	160,2
82,07	80,59	79,10	59	96,46	137,7	135,2	132,7	99	161,9
83,46	81,94	80,43	60	98,10	139,1	136,6	134,0	100	163,5
84,86	83,31	81,78	61	99,73	140,5	137,9	135,4	101	165,1
86,25	83,68	84,12	62	101,4	141,9	139,3	136,7	102	166,8
87,64	86,05	84,46	63	103,0	143,3	140,7	138,1	103	168,4
89,02	87,43	85,80	64	104,6	144,7	142,0	139,4	104	170,0
90,41	88,80	87,14	65	106,3	146,0	143,4	140,8	105	171,7
91,81	90,16	88,48	66	107,9	147,4	144,8	142,1	106	173,3
93,20	91,54	89,82	67	109,5	148,8	146,1	143,4	107	174,9
94,59	92,90	91,16	68	111,2	150,2	147,5	144,8	108	176,6
96,00	94,25	92,50	69	112,8	151,6	148,8	146,1	109	178,2
97,38	95,60	93,83	70	114,4	153,0	150,2	147,4	110	179,8
98,77	96,96	95,17	71	116,1	154,4	151,6	148,8	111	181,5
100,2	98,33	96,51	72	117,7	155,8	153,0	150,1	112	183,1
101,6	99,70	97,85	73	119,3	157,2	154,4	151,5	113	184,7
102,9	101,1	99,19	74	121,0	158,6	155,7	152,8	114	186,4
104,3	102,4	100,5	75	122,6	160,0	157,0	154,2	115	188,0
105,7	103,8	101,9	76	124,2	161,3	158,4	155,4	116	189,7
107,1	105,2	103,2	77	125,9	162,7	159,8	156,8	117	191,3
108,5	106,5	104,5	78	127,5	164,1	161,2	158,2	118	192,9
109,9	107,9	105,9	79	129,1	165,5	162,5	159,5	119	194,6
111,3	109,3	107,2	80	130,8	166,0	163,9	160,8	120	196,2
112,7	110,9	108,6	81	132,4	168,3	165,3	162,2	121	197,8
114,1	112,0	109,9	82	134,1	169,7	166,6	163,5	122	199,5
115,5	113,3	111,3	83	135,7	171,1	168,0	164,9	123	201,1
116,9	114,7	112,6	84	137,3	172,5	169,4	166,2	124	202,7
118,2	116,1	113,9	85	139,0	173,9	170,7	167,6	125	204,4
119,6	117,4	115,3	86	140,6	175,3	172,1	168,9	126	206,0
121,0	118,8	116,6	87	142,2	176,6	173,5	170,2	127	207,6
122,4	120,2	118,0	88	143,9	178,0	174,8	171,6	128	209,3
123,8	121,5	119,3	89	145,5	179,4	176,2	172,9	129	210,9
125,2	122,9	120,6	90	147,1	180,8	177,5	174,2	130	212,6

(Dans le saccharimètre-soleil allemand de Ventzke ou de Scheibler, 1 division = 1,543 division française.)

Usage de ces tables.

Nombre lu sur l'échelle avant l'inversion (voy. table **303**) = D
— — après l'inversion..... = D'
Température..... = T

1° Les deux chiffres indiqués sur l'échelle du saccharimètre ont été lus à droite et à gauche du zéro; on prend la somme D + D' = A.

On cherche dans les colonnes se rapportant à la température actuelle 10°, 15° ou 20° les chiffres qui se rapprochent le plus de A.

En suivant la ligne horizontale, on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre N et le nombre N'.

Le sucre employé contient N pour 100 de sucre cristallisé ou un litre de la solution renferme N' grammes de sucre cristallisable.

2° La solution de sucre étant préparée comme dans le premier exemple, on a lu les chiffres exprimant la rotation avant et après l'inversion du même côté du zéro.

On prend D — D' = A, on cherche dans la colonne se rapportant à la température actuelle le chiffre qui se rapproche le plus de A et l'on opère comme ci-dessus.

On peut aussi remplacer les tables de Clerget par la formule approchée :

$$P \text{ (pouvoir rotatoire)} = \frac{200 \times A}{288 - T};\ P \times 1{,}635 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(306) *Usage du saccharimètre Laurent.*

On pèse 16gr,2 du sucre à essayer ; on les dissout de façon à faire 100 centimètres cubes. On emploie le tube de 20 centimètres et celui de 22 s'il a été besoin de traiter la solution par 1/10 de sous-acétate de plomb. La teneur du sucre en saccharose est donnée par la graduation même de l'instrument ; quant à la quantité de sucre par litre de solution, on l'obtient avec la table suivante :

Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.	Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.
—	—	—	—
	gr.		gr.
1	1,62	6	9,72
2	3,24	7	11,34
3	4,86	8	12,96
4	6,48	9	14,58
5	8,10		

S'il est nécessaire d'intervertir, on a, en appelant, comme dans la table **305**, A la différence ou la somme des nombres lus sur l'échelle saccharimétrique :

$$P = \frac{200 \times A}{288 - T};\ P \times 1{,}62 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

(307) *Table pour déterminer la richesse en sucre du jus de betteraves et autres liquides sucrés, au moyen du polarimètre ou de l'appareil* LAURENT (degrés d'arc). FRÈZE.

Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre % rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre % rapportées au poids.	Degrés lus.	Degrés corrigés.	Quantités de sucre % rapportées au volume.	Poids spécifique de la solution.	Quantités de sucre % rapportées au poids
8	8,8	6,6	1,0255	6,44	16	17,60	13,20	1,0509	12,56
8,25	9,07	6,8	0263	6,63	16,25	17,87	13,40	0517	12,74
8,50	9,35	7,01	0271	6,83	16,50	18,15	13,61	0524	12,93
8,75	9,62	7,22	0279	7,02	16,75	18,42	13,82	0533	13,12
9	9,90	7,43	0287	7,22	17	18,70	14,03	0541	13,31
9,25	10,17	7,63	0295	7,41	17,25	18,97	14,23	0548	13,49
9,50	10,45	7,84	0303	7,61	17,50	19,25	14,44	0556	13,68
9,75	10,72	8,04	0311	7,80	17,75	19,52	14,64	0564	13,86
10	11,00	8,25	0319	7,99	18	19,80	14,85	0572	14,04
10,25	11,27	8,45	0326	8,18	18,25	20,07	15,05	0580	14,23
10,50	11,55	8,66	0335	8,38	18,50	20,35	15,26	0588	14,41
10,75	11,82	8,87	0343	8,58	18,75	20,62	15,47	0596	14,60
11	12,10	9,08	0351	8,77	19	20,90	15,68	0604	14,79
11,25	12,37	9,28	0358	8,96	19,25	21,17	15,88	0611	14,97
11,50	12,65	9,49	0366	9,15	19,50	21,45	16,09	0619	15,15
11,75	12,92	9,69	0374	9,34	19,75	21,72	16,29	0627	15,33
12	13,20	9,90	0382	9,54	20	22,00	16,50	0635	15,51
12,25	13,47	10,10	0390	9,72	20,25	22,27	16,70	0643	15,69
12,50	13,75	10,31	0398	9,92	20,50	22,55	16,91	0651	15,88
12,75	14,02	10,52	0406	10,11	20,75	22,82	17,12	0660	16,06
13	14,30	10,73	0414	10,30	21	23,10	17,33	0667	16,24
13,25	14,57	10,93	0422	10,49	21,25	23,37	17,53	0674	16,42
13,50	14,85	11,14	0431	10,68	21,50	23,65	17,74	0682	16,61
13,75	15,12	11,34	0438	10,86	21,75	23,92	17,94	0690	16,78
14	15,40	11,55	0445	11,06	22	24,20	18,15	0698	16,97
14,25	15,67	11,75	0453	11,24	22,25	24,47	18,35	0706	17,14
14,50	15,95	11,96	0461	11,43	22,50	24,75	18,56	0714	17,32
14,75	16,22	12,17	0469	11,62	22,75	25,02	18,77	0722	17,51
15	16,50	12,38	0477	11,82	23	25,30	18,98	0729	17,69
15,25	16,77	12,58	0485	11,99	23,25	25,57	19,18	0738	17,86
15,50	17,05	12,79	0493	12,19	23,50	25,85	19,39	0746	18,04
15,75	17,32	12,99	0501	12,37	23,75	26,12	19,59	1,0753	18,22

(308) *Emploi de la table précédente.*

100 centimètres cubes de jus sont additionnés de 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb[1] et filtrés. Supposons que la rotation imprimée au plan de polarisation par une colonne de 20 centimètres soit de 18°, la table donne pour le degré corrigé 19°,80 : c'est la déviation qu'on aurait obtenue en employant le tube de 22 centimètres ; 100 centimètres cubes de jus renferment 14gr,85 de sucre ou 100 grammes de jus en renferment 14gr,04.

(309) *Analyse optique des matières sucrées.*

Nous avons donné table **123** les pouvoirs rotatoires des différents sucres, d'après les déterminations les plus récentes.

En calculant la prise d'essai du sucre pour le saccharimètre, avec les formules indiquées, nous trouvons : 16gr,29 d'après Hesse, et 16gr,337 d'après Tollens. Ces nombres sont très voisins, et on peut admettre avec certitude 16gr,3 comme le chiffre exact de la prise d'essai.

M. Schmitz a calculé d'après la formule de Tollens les valeurs de c, grammes dans 100 cc. de solution, et de p grammes dans 100 grammes de solution, d'après α, l'angle observé, pour un tube de 20 centimètres, et suivant les formules

$$c = 0{,}75063\ \alpha + 0{,}0000766\ \alpha^2,$$
$$p = 0{,}74730\ \alpha - 0{,}001723\ \alpha^2.$$

La première formule pour se remplacer par une formule approchée $c = 0{,}752\ a$. Les valeurs de p ne sont applicables qu'aux solutions de sucre pur ; si la solution renferme des matières dissoutes autres que le sucre, on prend sa densité d, on détermine c, et on calcule $p = \frac{c}{d}$.

La table suivante donne les valeurs de c et p d'après les formules précédentes ; les différences indiquées correspondent à 1/10e de degré ou 6′.

Elle s'écarte bien peu de la table précédente de Frèze. En effet, celle-ci correspond à un pouvoir rotatoire de 66°,67 pour la saccharose ; la formule de M. Schmitz équivaut à 66°,46, et de la formule approchée $c = 0{,}752\ \alpha$, nous pouvons calculer $[\alpha] = 66{,}49$. Or nous avons vu que M. Tollens, d'après ses dernières déterminations, a conclu que, pour c égal de 0 à 18 pour 100 de saccharose en solution, on pouvait considérer $[\alpha]$ comme constant et égal à 66°,5 ; la formule de Hesse donne également $[\alpha] = 66°{,}5$ de 10 à 16 pour 100.

1. On le prépare en dissolvant 50 grammes d'acétate de plomb neutre dans 900 grammes d'eau, et faisant digérer pendant 10 heures, cette solution avec 50 grammes de litharge en poudre très fine et fraîchement calcinée.

α.	c.		p.		α.	c.		p	
0					0				
1	0,751		0,745		26	19,568		18,265	
2	1,504		1,488	0,074	27	20,323		18,921	0,065
3	2,253		2,226		28	21,078		19,573	
4	3,004		2,961		29	21,833		20,223	
5	3,755		3,693	0,073	30	22,588		20,868	0,064
6	4,507		4,422		31	23,343		21,510	
7	5,259		5,147		32	24,098		22,149	
8	6,010		5,868	0,072	33	24,853		22,784	0,063
9	6,762		6,586		34	25,611		23,416	
10	7,514		7,301		35	26,366		24,044	
11	8,266		8,011	0,071	36	27,122		24,670	0,062
12	9,019		8,719		37	27,878		25,291	
13	9,771	0,075	9,424		38	28,635	0,076	25,909	
14	10,529		10,124	0,070	39	29,392		26,523	
15	11,277		10,821		40	30,148		27,134	0,061
16	12,030		11,516		41	30,905		27,743	
17	12,783		12,206	0,069	42	31,662		28,347	
18	13,536		12,893		43	32,420		28,948	0,060
19	14,290		13,576		44	33,176		29,545	
20	15,044		14,257	0,068	45	33,933		30,139	
21	15,797		14,933		46	34,691		30,729	0,059
22	16,551		15,606		47	35,449		31,317	
23	17,306		16,277	0,067	48	36,207		31,900	
24	18,059		16,943		49	36,966		32,481	0,058
25	18,814		17,605		50	37,724		33,057	

Glucose — La glucose anhydre donne dans les mêmes conditions :

$$c = 0{,}94727\ \alpha + 0{,}0004258\ \alpha^2, \text{ ou } c = 0{,}9434\ \alpha,$$
$$p = 0{,}94096\ \alpha + 0{,}0081909\ \alpha^2$$

Les solutions récentes de glucose manifestent la birotation; il faut les faire bouillir pendant quelques minutes et les examiner après refroidissement

Lévulose.—Son pouvoir rotatoire est $-100 \pm 0{,}07\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 15°, diminue avec la température. $c = 0{,}500\ \alpha$ à 15° augmente ou diminue dans le même sens que la température de 0,0035 par chaque degré en dessus ou en dessous de 15°; à 20°, par exemple, $c = 0{,}518\ \alpha$, et à 25° $c = 0{,}535\ \alpha$.

Lactose. —Son pouvoir rotatoire étant de $+52^0{,}53 \pm 0{,}055\ t$, t étant le nombre de degrés au-dessus ou au-dessous de 20°, on peut admettre sans grande erreur $c = 0{,}957\ \alpha$ à 15°, $0{,}961\ \alpha$ à 20°.

Maltose. — La formule est environ $c = 0{,}357\ \alpha$.

Sucre interverti. — A 15°, $c = 2{,}134\ \alpha$.

Dextrines. — Les dextrines ont un pouvoir rotatoire variant de

+ 210 à + 190°, soit environ + 200; 10 cc. de liqueur de Fehling sont réduits par environ 0gr,4 de dextrine, mais cette réduction ne se manifeste qu'après un certain temps. Elles sont insolubles dans l'alcool concentré, ne dialysent ni ne fermentent.

Les mélanges de sucres peuvent s'analyser, en profitant de l'action qu'ils exercent sur la liqueur de Fehling et sur la lumière polarisée; on pratiquera au besoin l'interversion pour le sucre de cannes, et, s'aidant des tables de Clerget, on aura deux ou trois équations dont les inconnues sont faciles à résoudre algébriquement.

1° polarimétrique, raie D = 4°,615 saccharimétriques, jaune moyen.
1° saccharimétrique jaune moyen = 0°2167 polarimétrique, raie D.
162 divisions Vivien = 100 divisions saccharimétriques.

(310) *Analyse commerciale officielle des sucres.*

La prise d'essai est de 16gr,19, d'après les déterminations de MM. A. Girard et de Luynes, qui ont trouvé pour le pouvoir rotatoire du sucre: $[\alpha]$ D = 67°,34 ou 67° 18'.

Les auteurs recommandent de peser 80gr,95 de sucre, qu'on dissout dans 160 cc. d'eau environ; on décante après repos sur un filtre en recevant le liquide dans un vase jaugé de 250 cc.; on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète les 250 cc. avec les eaux de lavage et l'on agite pour rendre le liquide homogène.

1° On dose le sucre au polarimètre sur 50 cc. en ajoutant du sous-acétate de plomb et complétant 100 cc., filtrant et examinant le liquide filtré au tube de 20 centimètres.

On pratique l'interversion sur 50 cc., en ajoutant 5 cc. d'acide chlorhydrique pur et complétant 100 cc., puis chauffant 1/2 heure à 68°, laissant refroidir et examinant au tube de 20 centimètres.

Les sels existant dans la betterave n'influent presque pas sur le pouvoir rotatoire du sucre. Le pouvoir rotatoire de l'asparagine est annulé en ajoutant 10 pour 100 d'acide acétique. La chaux diminue beaucoup le titre du sucre; mais on la reconnaît en faisant passer dans la solution un courant d'acide carbonique; on peut la précipiter par l'oxalate d'ammonium, qui est optiquement sans action sur le sucre.

2° On dose le sucre réducteur, soit par la méthode habituelle, soit en faisant bouillir la solution de sucre, indiquée plus haut, avec un excès de liqueur de Fehling titrée; on ramène rapidement le tout à un volume déterminé, on filtre ou on laisse reposer, et sur la moitié du liquide on dose le cuivre en excès par une solution titrée de sulfure de sodium, en présence d'un excès d'ammoniaque, jusqu'à décoloration. Chaque centimètre cube de Fehling consommé = 0gr,005 de sucre réducteur.

M. Aimé Girard trouve préférable de faire bouillir la liqueur de Fehling et d'y faire couler un volume déterminé de solution sucrée, tel que le Fehling reste en excès; on filtre bouillant, on lave jusqu'à ce que l'eau filtrée ne soit plus alcaline, et on pèse à l'état de protoxyde, ou de cuivre métallique en réduisant par un courant d'hy-

drogène dans un creuset de Rose. Cu $\times$ 0,569 = sucre réducteur; on peut aussi redissoudre le protoxyde de cuivre dans de l'alun de fer additionné d'acide sulfurique, et titrer au permanganate le protoxyde de fer formé, en diluant avec de l'eau bouillie.

3° Dosage de l'eau par dessiccation à 110°, sur 1 ou 2 gr. de sucre.

4° Le résidu du dosage de l'eau est incinéré et fournit les cendres totales.

5° On introduit à l'aide d'une pipette spéciale 12cc,35 de solution sucrée, soit 4 grammes de sucre, dans une capsule de platine tarée, avec 1 cc. d'acide sulfurique. On évapore 2 heures à 130° et on calcine au moufle, puis on pèse le résidu salin qui constitue les cendres solubles sulfatées.

6° En retranchant de 100 les quatre premiers chiffres trouvés plus haut, le reste représente la matière organique indéterminée.

Calcul de l'analyse. — Du poids des cendres sulfatées on déduit 1/10e pour avoir à peu près le poids des cendres normales, qu'on multiplie par 5; on déduit ce produit du titre saccharimétrique trouvé dans l'interversion; de la différence on déduit encore le poids du sucre réducteur multiplié par 2; le reste représente le rendement imposable de sucre. M. Aimé Girard propose de multiplier par 4 les cendres corrigées, par 2 la glucose, et de retrancher du titre saccharimétrique les deux produits, plus 1,5 qui représente les déchets de fabrication.

D'après Dubrunfaut, le coefficient des cendres serait 3,73.

En Belgique on déduit du titre saccharimétrique le poids des cendres quintuplé et le poids du glucose.

Analyse aux 4/5. — Dans la méthode d'analyse dite aux 4/5 on évalue la matière organique indéterminée en admettant que son poids est égal aux 4/5 de celui des cendres; alors, en retranchant de 100 les quantités de l'eau, du glucose, des cendres et les 4/5 des cendres, la différence serait la saccharose. Cette méthode n'est pas exacte.

Le dosage des cendres d'après la méthode officielle indiquée plus haut nécessite une pipette spéciale.

On opère aussi de la manière suivante : On dose l'eau sur 5 grammes dans une capsule en platine; au résidu on ajoute 2 cc. d'acide sulfurique, on calcine au rouge sombre, on mouille le charbon et on laisse sécher à 100°, puis on termine l'incinération au moufle. Sur un autre essai on détermine la matière minérale insoluble, qu'on déduit des cendres sulfatées trouvées.

(311) *Richesse en amidon des pommes de terre.*

On détermine à l'aide d'une balance hydrostatique la densité des pommes de terre sur un échantillon moyen de 5 kilogrammes. Cette balance porte d'un côté deux paniers superposés, dont l'un, l'inférieur, plonge dans l'eau. On tare le système, on pèse dans le panier supérieur 5 kilogrammes de pommes de terre, puis on les fait passer dans le panier inférieur et on enlève des poids pour rétablir l'équilibre. En divisant 5 par le 2e poids, on a la densité des pommes de terre.

Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.	Densité.	Mat. sèche.	Amidon.
1080	19,7	13,9	1110	26,1	20,3	1140	32,5	26,7
82	20,1	14,3	12	26,5	20,7	42	33,0	27,2
84	20,5	14,7	14	26,9	21,1	44	33,4	27,6
86	20,9	15,1	16	27,4	21,6	46	33,8	28,0
88	21,4	15,6	18	27,8	22,2	48	34,3	28,5
1090	21,8	16,0	1120	28,3	22,5	1150	34,7	28,9
92	22,2	16,4	22	28,7	22,9	52	35,1	29,3
94	22,7	16,9	24	29,1	23,3	54	35,6	29,8
96	23,1	17,3	26	29,5	23,7	56	36,0	30,2
98	23,5	17,7	28	30,0	24,2	58	36,4	30,6
1100	24,0	18,2	1130	30,4	24,6			
02	24,4	18,6	32	30,8	25,0			
04	24,8	19,0	34	31,3	25,5			
06	25,2	19,4	36	31,7	25,9			
08	25,7	19,9	38	32,1	26,3			

L'amidon, traité par 20 p. d'eau renfermant 2 pour 100 de soude caustique, se transforme en une matière translucide et incolore, entièrement fluidifiée par l'acide chlorhydrique, sans aucun résidu. Les cendres ne doivent pas dépasser 1 pour 100.

Section X. — Agriculture.

(312) *Analyse d'une poudrette* (L'Hôte).

	A l'état normal.	Supposée sèche.
Matières organiques azotées	32,81	47,00
Ammoniaque toute formée	0,59	0,85
Acide nitrique	0,30	0,43
Acide phosphorique	4,18	5,99
Acide carbonique	2,87	4,11
Acide sulfurique	3,50	5,02
Chlore	0,36	0,52
Potasse et soude	2,15	3,08
Chaux	6,70	9,59
Magnésie et oxyde de fer	2,72	3,90
Silice, sable, argile	12,62	19,51
Eau	30,20	»
Azote total	1,52	2,17

(313) *Phosphates de chaux naturels.*

Apatite (Rivot).		
Phosphate tribasique de calcium %	81,15	95,00
Fluorure de calcium	14,90	2,75
Peroxyde de fer	3,14	traces
Silice	1,70	2,00

Nodule (Dehérain).	Islettes.	Ardennes.
Silice et argile %	33,4	27,4
Acide phosphorique	20,8	21,3
Chaux	22,5	30,8
Magnésie	3,0	1,7
Oxyde de fer	3,8	11,0
Eau	1,0	1,0
Acide carbonique et perte	15,5	6,8

(314) *Richesse moyenne des excréments.*

		Cheval.	Bœuf.	Mouton.	Porc.
		%	%	%	%
Azote	fèces.	0,54	0,35	0,72	0,70
	urine.	1,55	0,44	1,31	0,33
Acide phosphorique.	fèces.	0,36	0,24	0,78	0,02
	urine.	0	0	0,02	0,80
Potasse	fèces.	0,44	0,07	0,18	0,18
	urine.	—	—	—	—
Cendres	fèces.	4,02	2,36	5,70	6,50
	urine	4,50	4,50	4,60	1,03

(315) *Valeur des engrais.*

Les engrais sont d'habitude vendus sur le titre en azote, en potasse et en phosphate calcaire, soluble et rétrogradé. On compte comme prix moyen 2 fr. le kilogr. d'azote, 1 fr. le kilogr. de potasse et 15 cent. le kilogr. de phosphate. Ainsi le guano, contenant 15 pour 100 d'azote et 20 pour 100 de phosphate, vaudrait donc 33 fr. les 100 kilogr.

(316) *Noir de raffinerie servant d'engrais.*

	Calciné.	Brut.
Charbon	10,8	17
Phosphate basique de calcium	81,7	62
Carbonate de calcium	3	2
Silice	2,8	5
Matières minérales retenues	1,7	4
Azote	0	4

(317) *Guano du Pérou et de Bolivie.*

	Pérou.	Bolivie.		Pérou.	Bolivie.
Eau	20	20	Sels solubles	2,98	0,14
Sable	1,25	1,19	Matières volatiles, organiques	46,4	46,5
Phosphate de calcium	24	28	et sels ammon.	—	—
Sels insolubles	3	2,7	Azote	12,2	14,6
Potasse	2,32	1,06	Ammoniaque	8,2	4,9

(318) *Poids d'azote et de diverses matières minérales contenu dans 1000 kilogrammes de fumier.*

	Azote.	Acide phosphorique	Potasse et soude.	Magnésie et chaux.
Fumier d'étable	5,	3,2	8,3	8,5
— frais	4,5	2,1	6,6	7,1
— demi-consommé et un peu desséché	5	3,5	9,0	9,4
— consommé	5,8	3,4	5,8	11,6

(319) *Analyse des engrais industriels.*

I. *Engrais azotés.*	*Éléments à doser.*
Débris de chair desséchés.. ..	Azote insoluble.
Sang desséché..... ..	
Déchets de laine, drap.....	
Déchets de corne, cuirs, poils..	
Sulfate d'ammoniaque.....	Azote soluble et potasse (dans le nitrate de potasse).
Nitrate de potasse.....	
Nitrate de soude.....	
II. *Engrais phosphatés.*	
Phosphates ou coprolithes.....	Acide phosphorique insoluble.
Phosphate précipité	
Cendres d'os.....	
Superphosphates.....	Acide phosphorique sous ses trois formes.
III. *Engrais phosphatés et azotés.*	
Poudre d'os.....	Azote organique, acide phosphorique total.
Poudrette.....	
Noir de raffinerie.....	
Tourteaux divers.....	
Superphosphates azotés.....	Acide phosphorique sous ses trois formes. Azote ammoniacal. Azote insoluble.
Guanos bruts.....	
Guanos traités par l'acide sulfurique	
Phosphoguanos	
IV. *Engrais phosphatés et potassés.*	
Cendres de bois.....	Acide phosphorique insoluble, potasse.
Cendres de tourbe.....	
Cendres de houille.....	
V. *Engrais potassiques.*	
Chlorure de potassium.....	Potasse.
Sulfate de potasse..... ..	
Salins de betterave..... ..	
Carbonate de potasse.....	

(320) *Composition de quelques calcaires et des chaux aériennes qu'ils fournissent*

Calcaire.	Composition des calcaires sur 100 parties.					Composition des chaux sur 100 parties.					Observations.
	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Oxyde de fer.	Argile.	Sable.	Chaux.	Magnésie.	Oxyde de fer.	Argile.	Sable.	
Marbre de Carrare.....	100,0	»	»	»	»	100,0	»	»	»	»	Très grasse.
Pierre à chaux de Vaugirard (près Paris)...	98,5	»	»	1,5	»	97,2	»	»	2,80	»	Id.
Pierre de Lagneux (Ain).	94,0	1,60	3,9	0,5	»	91,6	1,5	6,9	»	»	Grasse.
Pierre de Vichy (Allier).	87,2	10,00	2,8	»	»	86,0	9,0	5,0	»	»	Médiocrement grasse.
Pierre de Calviac (Dordogne).....	77,8	»	»	2.6	19,64	70,0	»	»	3,25	24,75	Tr. maigre (perte 2 %)
Pierre de Villefranche (Aveyron).....	60,9	30,30	8,8	»	»	60,0	26,2	13,80	»	»	Très maigre, renferme du manganèse.

Le dosage du carbonate de calcium s'effectue soit dans un appareil à perte de poids (**228**) sur 1 ou 2 grammes de calcaire, ou 10 grammes de noir; en multipliant par 2,2727 le poids d'acide carbonique trouvé, on a le poids du carbonate de calcium; soit dans un appareil spécial, celui de Scheibler ou de Salleron (ou le gazhydromètre de Maumené) : on prend $0^{gr},3$ à $0^{gr},5$ de calcaire, ou $1^{gr},7$ de noir animal, on remplit le petit tube d'acide chlorhydrique de densité 1,2, on fait affleurer l'eau au 0^{0} dans les tubes, on fait dégager l'acide carbonique, on affleure les niveaux, on ajoute au volume lu $0^{cc},8$ et on transforme ce volume en poids d'après la table **40**; en multipliant par le facteur indiqué on a le poids de carbonate.

(321) *Analyses de terres.*

Origine des terres.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
	%	%	%	%
Terre granitique d'Annonay	0,037	0,250	0	»
Terre de Labaryte (Hte-Loire), gneiss et granit schisteux.	0,054	0,263	0,085	0,850
Terre volcanique de la Limagne d'Auvergne.....	0,416	0,280	3,853	0,762
Terre de la vigne de Lacryma-Christi (Italie).....	0.358	3,470	2,106	0,779

(322) *Calcaire Coquillier (Trias).*

Carbonate de calcium.....	%	45,39
Sulfate de calcium.....		0,78
Phosphate de calcium.....		0,44
Carbonate de magnésium.....		39,65
Silice soluble		0,19
Alumine.....		0,33
Fer.....		0,73
Potasse		0,27
Chlorure de sodium		0,24
Silice insoluble.....		8,24
Substances organiques.....		0,07

(323) *Terres de Roville* (DE GASPARIN).

	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
	%	%	%	%
Terre dolomitique...	0,087	0,975	7,616	3,510
Terre de la côte....	0,057	0,179	0,059	0,525

(324) *Calcaire à gryphées (Lias).*

Carbonate de calcium.....	%	82,59
Sulfate de calcium		1,29
Phosphate tribasique de calcium.....		0,43
Carbonate de magnésium		1,89
Silice soluble		0,11
Alumine.....		0,53
Oxyde de fer.....		1,90
Potasse		0,15
Chlorure de sodium.....		0.33
Silice insoluble.....		10,95

(325) *Terrain jurassique moyen.*

	Calcaire blanc.	Calcaire jaune.
	%	%
Carbonate de calcium	93,07	87,99
Carbonate de magnésium	0,33	1,37
Alumine	1,17	1,21
Oxyde de fer	1,19	3,05
Potasse	0,01	0,02
Soude	0,009	0,01
Acide phosphorique	0,85	0,77
Résidus insolubles	2,11	4,82

(326) *Terrain jurassique. Calcaire oolithique.*

Carbonate de calcium	%	96,97
Carbonate de magnésium		0,50
Carbonate de potassium		0,45
Carbonate de sodium		0,18
Carbonate de fer		0,00
Oxyde de fer		0,11
Argile		0.86
Phosphate tribasique de calcium		0,94

(327) *Terre des environs de Reims (Crétacé).*

Carbonate de calcium	%	66,70
Phosphate tribasique de calcium		2,00
Hydrate de peroxyde de fer		2,00
Alumine		2,30
Silice		27,00

(328) *Réactif ammoniaco-magnésien.*

Cette solution, assez souvent employée pour le dosage de l'acide phosphorique, se prépare avec 110 grammes de sulfate de magnésium cristallisé (ou 90 grammes de chlorure de magnésium cristallisé) et 140 grammes de chlorure d'ammonium, pour 1700 cc. d'eau et 300 cc. d'ammoniaque de densité 0,91.

(329) Marnage.

Calcul des quantités de marne à employer, selon sa richesse en calcaire et la profondeur des labours, pour élever à 3 pour 100 la quantité de calcaire dans une terre qui en est dépourvue (PUVIS).

Quantité de calcaire dans la marne.	Profondeur de la couche arable.					
	8 cm.	11 cm.	14 cm.	16 cm.	19 cm.	22 cm.
	mc.	mc.	mc.	mc.	mc	mc.
10 %.....	244	324	405	487	568	650
20 » .. .	122	162	202	243	284	325
40 »	61	81	101	122	142	162
60 »	40	54	67	81	94	108
80 »	30	40	51	61	71	81
100 »	24	32	40	49	57	65

(330) *Analyse de quelques marnes.*

Provenance.	Eau combinée.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Carbonate de calcium.	Carbonate de magnésium.	Matières organiques et alcalis.
Marne d'Argenteuil... .	5,00	9,90	3,90	»	80,46	»	traces.
— de Belleville	»	46,03	17,28	5,70	27,64	»	»
— de Viroflay.... .	»	37,00	11,00	6,50	55,00	»	»
— de Tournay	4,50	25,40	14,10	»	55,63	»	traces.

(331) *Analyse du sol.*

1° *Analyse mécanique.* — On prend 1 kilogramme d'un échantillon moyen de la terre à analyser, préalablement séché à l'air. On sépare les éléments par ordre de grosseur, en quatre lots, au moyen de tamis.

1er. *Lot.* Terre passant au travers du tamis n° 1 (écartement entre les mailles $0^m,001$) : *terre fine.*

2° *Lot.* Terre passant au tamis n° 2 ($0^m,003$) : *terre moyenne.*

3° *Lot.* Terre passant au tamis n° 3 ($0^m,005$) : *petits cailloux.*

4° *Lot.* Fragments restant sur le tamis n° 3 : *cailloux.*

On pèse chaque lot. Le premier est conservé dans un flacon bouché, pour les dosages ultérieurs.

On détermine rapidement la proportion de calcaire des lots n° 3 et

n° 4, en les traitant par HCl étendu, lavant, quand l'effervescence a cessé, séchant et pesant. On a le poids du calcaire par différence.

2° *Analyse physico-chimique* (Schlœsing).

Dosage de l'eau. — On dessèche 10 grammes de terre fine à l'étuve à 150°, jusqu'à poids constant; on pèse; l'humidité est obtenue par différence.

Dosage du calcaire et du sable. — 10 grammes de terre fine sont placés dans une capsule de porcelaine. On forme une pâte en ajoutant quelques gouttes d'eau distillée; on la délaye dans une faible quantité d'eau, en la frottant légèrement avec l'index contre les parois de la capsule. On décante le liquide; on recommence la même opération avec de nouvelles quantités d'eau, jusqu'à ce que la pâte soit entièrement délayée. La quantité d'eau employée ne doit pas dépasser 250 cc. — On ajoute de l'acide chlorhydrique par petites portions aux eaux de lavage réunies dans un vase à précipité, jusqu'à ce que tout le calcaire soit décomposé; on laisse reposer.

Le liquide clair est décanté sur un petit filtre : il servira au dosage du calcaire; on lave le précipité à l'eau distillée; puis, après l'avoir délayé, on le traite par 0gr,5 de potasse ou 2 ou 3 cc. d'ammoniaque, pour détruire la matière noire unie à l'argile. On agite à plusieurs reprises; on laisse reposer 4 à 5 heures. Après ce temps, on ajoute de l'eau distillée, on agite et on laisse reposer 24 heures. On décante le liquide clair au moyen d'un siphon. On traite de nouveau le précipité par l'eau distillée, on agite, on laisse reposer 24 heures, puis on décante. On continue ces lavages jusqu'à ce que le liquide, après 24 heures de repos, soit presque complètement limpide.

Le précipité resté dans le vase est constitué par le sable; on le dessèche et on le pèse.

Dosage de l'argile. — Les eaux provenant des lavages précédents renferment l'argile et la matière noire dissoute par la potasse. On coagule l'argile au moyen de 5 ou 10 grammes de chlorure de calcium, suivant la quantité de terre employée; la matière noire reste en dissolution. Le dépôt formé est recueilli sur un filtre taré, lavé à l'eau distillée, desséché et pesé.

Dosage de la matière noire. — Le liquide provenant de l'opération précédente est rendu acide par l'acide acétique. On précipite ensuite la matière noire par le sous-acétate de plomb. On recueille le précipité sur un filtre, on lave, on dessèche et on pèse. On incinère le précipité, on pèse les cendres; par différence on a la matière noire.

3° *Analyse chimique.*

Éléments à doser :

Acide phosphorique total.	Chlore.
Potasse.	Acide sulfurique.
Chaux.	Acide nitrique.
Magnésie.	Ammoniaque.
Alumine et fer.	Azote total.

Dosage de l'acide phosphorique. — Attaquer 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, évaporer à sec au bain de sable, reprendre le résidu par 20 cc. d'acide nitrique et 30 cc. d'eau; filtrer et laver à l'eau distillée. Amener le volume du liquide à 50 cc. par évaporation. Précipiter l'acide phosphorique par le molybdate d'ammonium. Recueillir le phosphomolybdate sur un petit filtre, laver à l'eau contenant 20 o/o d'acide nitrique; dessécher à 100° et peser : 100 grammes de phosphomolybdate d'ammonium = 3,14 grammes d'anhydride phosphorique.

Pour doser l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, dissoudre le phosphomolybdate dans l'ammoniaque chaude, légèrement étendue; ajouter de l'acide chlorhydrique, tout en maintenant la liqueur ammoniacale. Précipiter l'acide phosphorique par le chlorure de magnésium (voy. *Engrais*, 334).

Préparation de la liqueur molybdique. — Dissoudre 100 grammes d'acide molybdique dans 400 parties d'ammoniaque de $d = 0,96$; filtrer, verser dans 1500 parties d'acide nitrique de $d = 1,20$; amener le volume à 2 litres.

Dosage de la chaux. — Traiter 10 grammes de terre par 10 ou 15 cc. d'acide nitrique, suivant la proportion de calcaire, chauffer au bain de sable, jusqu'à ce que les vapeurs rouges ne se produisent plus; reprendre par l'eau distillée; filtrer et laver. — La liqueur claire est neutralisée par l'ammoniaque, qui précipite le fer et l'alumine; filtrer et précipiter la chaux par l'oxalate d'ammonium. Le précipité recueilli sur un filtre est séché et calciné. On pèse la chaux sous forme de chaux vive, ou bien on peut la transformer en carbonate par addition de carbonate d'ammonium et une nouvelle calcination.

Dosage du fer et de l'alumine. — Le précipité de fer et d'alumine qui s'est formé dans l'opération précédente est séché et pesé; on a le poids du sesquioxyde de fer et de l'alumine. — Le précipité est calciné, et le fer y est dosé par la méthode ordinaire (voy. 185). Le poids de l'alumine est obtenu par différence.

Dosage de la potasse et de la magnésie. — Traiter 20 grammes de terre par 20 cc. d'acide nitrique, chauffer au bain de sable jusqu'à ce que les vapeur rouges cessent, reprendre par l'eau, filtrer. Dans la liqueur ajouter successivement de l'ammoniaque et de l'oxalate d'ammonium pour séparer l'alumine, le fer et la chaux; filtrer. La liqueur claire est évaporée à siccité; le résidu, calciné avec une petite quantité d'acide oxalique et un léger fragment d'acide tartrique, est repris par l'eau. La partie insoluble, recueillie sur un filtre et calcinée, est la magnésie à l'état d'oxyde.

La liqueur filtrée, acidulée par l'acide chlorhydrique, est évaporée, et le résidu pesé; il est formé de chlorure de potassium et de chlorure de sodium. On le dissout dans un peu d'eau, on y ajoute du chlorure de platine, on évapore à consistance sirupeuse, et on ajoute de l'alcool. Après repos, le chlorure double de platine et de potassium est recueilli sur un filtre, lavé avec un mélange à parties égales d'alcool et d'eau,

séché à 100° et pesé. Le poids trouvé multiplié par 0,193 donne la quantité de potasse. On a la soude par différence.

Dosage de l'acide nitrique. — On épuise par l'eau distillée 20 grammes de terre placés dans une allonge. On concentre la liqueur à un très faible volume. On reprend par du protochlorure de fer et on introduit par la tubulure, au moyen d'un petit entonnoir, la solution dans une très petite cornue tubulée portant un tube abducteur qui plonge dans une cuve à mercure. La capsule ayant servi à l'évaporation de la solution des nitrates est lavée à deux reprises par de l'acide chlorhydrique, qui est introduit ensuite dans la cornue. On chasse l'air de l'appareil au moyen d'un courant d'acide carbonique; après quoi, on chauffe doucement, on recueille les gaz dans une petite

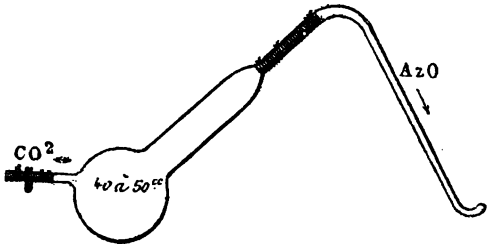


Figure.

cloche graduée contenant une solution à 10 o/o de potasse. Quand il ne se dégage plus rien, l'appareil est balayé par un nouveau courant d'acide carbonique. On agite le contenu de la cloche, pour faciliter l'absorption de l'acide carbonique par la potasse. On lit le volume de gaz restant (v **336**, 3°).

Dosage de l'ammoniaque. — On traite 100 grammes de terre par de l'acide chlorhydrique à 1/5, ajouté à chaud jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé. On filtre, on lave, et le liquide est distillé avec de la magnésie calcinée (**336**). On peut également opérer la distillation directement avec la terre, sans attaquer par un acide.

Dosage de l'azote total. — Le dosage se fait sur 30 grammes de terre, d'après la méthode de Will, Varentrapp et Péligot (**336**).

Dosage du sel marin. — On épuise dans une allonge 50 grammes de terre par 200 à 230 cc. d'eau distillée, on complète exactement 250 cc., et, sur 50 cc., on dose le chlore avec les liqueurs décimes (**220**).

(332) *Analyse du sulfate de chaux.*

1° *Dosage de l'eau.* — Calciner 1 gramme de matière au rouge sombre, peser. La différence donne le taux d'humidité.

2° *Dosage de l'acide sulfurique.* — Traiter 1 gramme de sulfate par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc. d'eau, à chaud. Filtrer,

s'il y a des matières insolubles. Dans la liqueur chaude, précipiter l'acide sulfurique par le chlorure de baryum. Recueillir le précipité sur un filtre après 24 heures de repos, laver à l'eau chaude, calciner et peser.

3° *Dosage de la chaux.* — Dans la liqueur filtrée provenant de l'opération précédente, on précipite l'excès de chlorure de baryum par quelques gouttes d'acide sulfurique; on filtre, on neutralise par de l'ammoniaque et on précipite la chaux par l'oxalate d'ammonium. L'opération se continue comme plus haut (Dosage de la chaux).

(333) *Réactif de Nessler pour l'ammoniaque.*

— On dissout 2 grammes d'iodure de potassium dans 5 cc. d'eau et on ajoute à chaud et par petites portions de l'iodure de mercure tant qu'il veut s'en dissoudre; on laisse refroidir, on ajoute 20 cc. d'eau, on laisse reposer, on filtre et à 20 cc. du liquide on ajoute 30 cc. de lessive préparée avec de la soude exempte de carbonate, fraîchement fondue et dissoute dans peu d'eau; si le liquide se trouble, on filtre. Une trace d'ammoniaque produit un précipité jaune-brun.

(334) *Analyse du superphosphate.*

1° *Dosage de l'acide phosphorique total.* — Dissoudre à chaud 1 gramme de superphosphate dans 15 cc. d'acide chlorhydrique et 15 cc. d'eau; évaporer à sec et reprendre ensuite par 10 cc. d'acide chlorhydrique et 10 cc. d'eau; filtrer. A la liqueur claire ajouter de l'ammoniaque en excès; dissoudre le précipité formé, par l'acide citrique, en maintenant le liquide ammoniacal. Précipiter l'acide phosphorique par 10 ou 15 cc. d'une solution à 10 pour 100 de chlorure de magnésium. Après 12 heures de repos, recueillir le précipité sur un petit filtre, laver avec de l'eau contenant $\frac{1}{4}$ de son volume d'ammoniaque; sécher, calciner, peser et calculer en anhydride phosphorique.

La même méthode doit être suivie pour le dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate tribasique de chaux naturel.

2° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau.* — Broyer dans un mortier 2 grammes d'engrais avec de l'eau distillée ajoutée peu à peu, de manière à délayer progressivement la pâte formée. Lorsqu'on a employé environ 100 cc. d'eau, décanter le contenu du mortier dans un flacon jaugé; amener le volume à 200 cc.; agiter et laisser reposer 2 heures; filtrer et opérer le dosage de l'acide phosphorique sur 100 cc. de liquide, en suivant la marche indiquée.

3° *Dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.* — L'acide phosphorique soluble dans le citrate se compose de l'acide phosphorique soluble dans l'eau et de l'acide phosphorique rétrogradé; on obtient celui-ci par différence.

Dans un petit mortier de verre, 1 gramme de matière est broyé avec 40 cc. de citrate d'ammoniaque ajouté goutte à goutte, en délayant la pâte. On décante le liquide dans un vase jaugé, et avec les eaux de

lavage du mortier on amène le volume à 100 cc. On agite à plusieurs reprises, et, après une heure de repos, on filtre. On dose l'acide phosphorique sur 50 cc. de liqueur, comme plus haut.

Préparation du citrate d'ammoniaque. — On dissout 400 grammes d'acide citrique cristallisé dans 500 cc. d'ammoniaque. Quand la dissolution est complète et la liqueur froide, on complète le volume à 1 litre avec de l'ammoniaque.

Dosage volumétrique de l'acide phosphorique. — Le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, obtenu par la méthode indiquée plus haut, est dissous par de l'eau acidulée avec de l'acide acétique (2 pour 100). La dissolution, placée dans un verre de Bohême, est portée à l'ébullition au bain de sable et on y fait tomber, au moyen d'une burette, une solution d'acétate d'urane. On a une assiette de porcelaine blanche, sur laquelle on a disposé à l'avance une vingtaine de gouttes de solution à $\frac{1}{20}$ de ferrocyanure de potassium ; de temps en temps on touche une de ces gouttes avec la baguette qui sert à remuer le liquide; la fin de l'opération est annoncée par un précipité rouge-marron. Du nombre de centimètres cubes de liqueur d'urane employés, on calcule la quantité d'acide phosphorique.

Lorsque les matières à essayer ne renferment ni fer ni alumine, on peut les titrer directement. On en prend une quantité renfermant environ $0^{gr},1$ de P^2O^5, par exemple les cendres de $0^{gr},5$ à 1 gramme de guano, on la dissout dans l'eau additionnée d'un peu d'acide nitrique, on sature à peu près par la soude ; on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. de l'acétate de sodium indiqué plus bas et on titre à l'urane.

En présence de fer et d'alumine, on peut aussi précipiter le phosphate par le citrate magnésien (dissoudre dans l'eau 400 grammes d'acide citrique et 40 grammes de carbonate de magnésium, ajouter 500 cc. d'ammoniaque et compléter avec de l'eau 1500 cc.). On pèse une quantité de matière renfermant $0^{gr},1$ environ de P^2O^5, on la dissout dans l'acide nitrique dilué, on ajoute 10 cc. de citrate magnésien et un excès d'ammoniaque : on filtre après 12 heures, on lave à l'eau ammoniacale à 10 pour 100, on redissout sur le filtre dans l'acide nitrique au 10e, on sature presque complètement par la soude, on fait 50 cc., on ajoute 20 cc. d'acétate acide de sodium et on titre à l'urane.

On titre de même les solutions d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou dans le citrate.

Préparation de la liqueur d'acétate d'urane. — On dissout 32 grammes d'acétate d'urane dans 1 litre d'eau, et, en opérant comme plus haut, on en prend le titre au moyen d'une solution titrée de phosphate rendue légèrement acide au moyen de quelques gouttes d'acide acétique.

La liqueur titrée de phosphate se prépare avec $10^{gr},083$ de phosphate de sodium cristallisé Na^2HPO^4. 12 aq., ou $3^{gr},240$ de phosphate acide d'ammonium cristallisé et séché à l'étuve ; pour 1 litre d'eau : 50 cc. $= 0^{gr},100$ de P^2O^5, et à ces 50 cc. on ajoute 10 cc. d'une solution aqueuse de 100 grammes d'acétate de sodium cristallisé et 50 cc. d'acide acétique cristallisable dans 1 litre, puis on titre l'urane.

(335) *Analyse des matières riches en potasse.*

Dosage de la potasse (SCHLŒSING). — Si, par exemple, on a à essayer un sel de Stassfurt (chlorure ou sulfate), on opère ainsi qu'il suit :

On dissout 5 grammes du sel dans 40 cc. d'eau; on filtre, on complète 100 cc. et on dose la potasse sur 20 cc., auxquels on ajoute un léger excès de nitrate de baryum qui précipite l'acide phosphorique et l'acide sulfurique. La liqueur filtrée est évaporée presque à sec, puis reprise par 5 cc. d'acide azotique et évaporée de nouveau; ce traitement est répété encore deux fois. Après la dernière évaporation, on ajoute 15 cc. d'acide perchlorique à 10 pour 100[1], on chauffe pour enlever l'excès d'acide; quand l'évaporation est presque complète, on humecte la masse de quelques gouttes d'eau. On lave à l'alcool à 85°, pour dissoudre les perchlorates autres que celui de potassium qui se sont formés en même temps. Le perchlorate de potassium est recueilli sur un petit filtre, lavé à l'alcool à 85°, puis dissous par l'eau chaude; on évapore à sec la solution, on pèse, et le poids de perchlorate trouvé multiplié par 0,3393 donne le taux de potasse K^2O.

Ce procédé s'applique également au dosage de la potasse dans les cendres et dans le sol. A cet effet on traite la matière à analyser par l'acide nitrique comme pour le dosage de l'acide phosphorique total; on élimine le fer et l'alumine par l'ammoniaque, on sature l'excès de réactif par l'acide nitrique. L'opération est ensuite continuée comme il vient d'être dit.

Dosage volumétrique de la potasse (A Carnot). *Principe de la méthode.* — Lorsqu'un sel de potassium est mis en contact avec un sel de bismuth et un hyposulfite, il se forme un hyposulfite double, parfaitement défini, de potassium et de bismuth, soluble dans l'eau, mais précipité sous la forme d'une poudre jaune par l'addition d'alcool.

Pour le dosage, si l'on a, par exemple, à essayer un chlorure de potassium, on prend 5 grammes de matière, on les dissout dans 3 ou 4 centimètres cubes d'eau, on ajoute 10 centimètres cubes d'une liqueur de chlorure de bismuth, 10 centimètres cubes d'hyposulfite de chaux et 150 centimètres cubes d'alcool; le précipité jaune se forme. Au bout de 10 minutes, on filtre, on lave à l'alcool; on redissout le précipité par l'eau chaude et on dose l'hyposulfite qu'il contient. — A cet effet, à la solution on ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et quelques gouttes d'empois d'amidon. On verse une dissolution titrée d'iode, jusqu'à ce que la couleur bleue caractéristique de l'iodure d'amidon se produise.

1. *Préparation de l'acide perchlorique* (SCHLŒSING). — On obtient l'acide perchlorique en traitant à chaud le perchlorate d'ammonium par l'eau régale. La réaction se fait dans un ballon de verre. On a ainsi un mélange d'acide perchlorique et d'acide nitrique contenant un peu d'acide chlorhydrique. Ce mélange est soumis à une évaporation lente au bain de sable; l'acide chlorhydrique est complètement expulsé, ainsi qu'une partie de l'acide nitrique. On cesse de chauffer lorsqu'il se produit des vapeurs blanches d'acide perchlorique.

La dissolution d'iode est titrée de telle façon que 1 centimètre cube = 0gr,01 de potasse, en opérant sur du chlorure pur.

L'opération doit se faire très rapidement, l'hyposulfite double de potassium et de bismuth étant très altérable.

Préparation des réactifs. — Le *chlorure de bismuth* se prépare aisément en traitant 100 grammes de sous-nitrate de bismuth par l'acide chlorhydrique et chauffant doucement. On laisse refroidir, on ajoute de l'alcool concentré. Après repos, on filtre. Le volume de la liqueur est amené à 1 litre.

On dissout dans l'eau 200 grammes d'*hyposulfite de calcium* : on filtre, on amène le volume à 1 litre avec de l'eau.

La *liqueur d'iode* est préparée avec 56gr,96 d'iode pur et environ 75 grammes d'iodure de potassium par litre. 1 centimètre cube de cette liqueur correspond exactement à 0gr,01 de potasse K^2O.

(336) *Dosage de l'azote.*

1° *Dosage de l'azote organique et de l'azote ammoniacal simultanément* (Will, Varentrapp et Péligot). — 1 gramme ou 0gr,5 de la matière, suivant la richesse en azote, sont calcinés avec de la chaux sodée dans un tube à combustion, contenant au fond une petite quantité d'oxalate de calcium; l'ammoniaque qui se dégage est recueillie dans un tube à boules contenant un volume connu d'acide sulfurique normal (table 213) et coloré par quelques gouttes de teinture de tournesol. On détermine l'excès d'acide avec une liqueur titrée alcaline; 1 centimètre cube d'acide neutralisé par la potasse correspond à 0gr,014 d'azote ou à 0gr,017 d'ammoniaque.

Si l'on veut doser l'azote organique seul, la matière devra être préalablement épuisée par l'eau distillée, pour enlever les sels ammoniacaux. Cette précaution devra toujours être suivie pour les engrais riches en nitrates, qui devront toujours être éliminés.

Dans quelques cas, la lévigation par l'eau distillée pourrait être une cause d'erreur, lorsqu'une partie de l'azote organique se trouve à l'état soluble. Pour avoir l'azote organique total, on devra alors opérer comme il suit : La matière sera chauffée avec du protochlorure de fer et de l'acide chlorhydrique, pour éliminer les nitrates. Ensuite on fera bouillir le résultat de cette première opération avec de l'eau contenant de la magnésie calcinée; les sels ammoniacaux seront ainsi éliminés.

Préparation de la chaux sodée. — On prépare la chaux sodée en éteignant 2 parties de chaux vive dans une solution de 1 partie de soude pure, exempte de nitrates, et calcinant.

Dosage de l'azote (Houzeau). — Le principe de la méthode repose sur la transformation complète en ammoniaque des substances azotées fixes, calcinées au rouge au contact d'un mélange d'acétate, d'hyposulfite et de chaux sodée. L'ammoniaque qui se dégage est absorbée par un volume suffisant d'eau.

Préparation du mélange salin. — Faire fondre au bain-marie,

dans leur eau de cristallisation, 50 grammes d'acétate de sodium et 50 grammes d'hyposulfite de sodium ordinaires. Après refroidissement, on pulvérise finement le mélange salin et on le conserve pour quelques jours dans des bocaux bouchés.

Mode opératoire. — Introduire d'abord au fond du tube à combustion en verre ou en fer environ 2 grammes de mélange salin en poudre additionné de son poids de chaux sodée grossière, puis, pardessus, une colonne de quelques centimètres de la même chaux sodée.

Peser 0gr,5 de matière à analyser réduite en poudre fine (pour la terre 10 ou 25 grammes) et l'incorporer très intimement avec 10 grammes de mélange salin ; après quoi, on la mélange non moins intimement avec 10 grammes de chaux sodée en poudre fine. Le tout est introduit dans le tube à combustion, qu'on remplit ensuite comme d'ordinaire par de la chaux sodée et une petite colonne de verre pilé.

Le chauffage du tube à combustion se fait d'avant en arrière.

Le mélange salin, placé au bout postérieur du tube, remplace l'acide oxalique ou l'oxalate de calcium pour la production d'un courant de gaz inerte destiné à balayer l'appareil à la fin de l'opération.

Pour le dosage scientifique, le gaz ammoniac est recueilli dans un tube de Will et Varentrapp rempli à moitié d'eau pure colorée par quelques gouttes de tournesol sensible. La neutralisation se fait au fur et à mesure de sa production dans le tube à deux boules lui-même au moyen d'une burette de Mohr disposée au-dessus de l'orifice du tube de sortie, qui doit être droit, ou taillé en biseau s'il est oblique.

L'acide titré employé est préparé de façon que 1 cc. représente 0,01 d'azote.

Dans les essais techniques, le tube à boules est remplacé par un tube abducteur plongeant dans 1 décilitre d'eau. La perte en ammoniaque est négligeable.

2° *Dosage de l'ammoniaque.* — Dans un ballon de 1 litre mélanger 1 gramme d'engrais avec 0gr,5 ou 1 gramme de magnésie, calcinée récemment, et 200 centimètres cubes d'eau ; distiller avec l'appareil de M. Schlœsing : un serpentin en verre, non refroidi, qui s'adapte, par sa partie inférieure, au ballon, et, par son extrémité supérieure, à un petit réfrigérant formé d'un tube de platine et d'un manchon de verre. Le tube de platine est prolongé par un entonnoir effilé qui conduit l'ammoniaque distillée dans une liqueur d'acide sulfurique normal.

On peut également, en suivant la méthode de M. Boussingault, opérer avec un appareil distillatoire ordinaire. Le premier a l'avantage d'être un appareil de fractionnement.

Nota. — Le sulfate d'ammonium doit être essayé par le perchlorure de fer, pour la présence des sulfocyanures (sulfate du gaz).

On dosera par le même procédé l'ammoniaque dans les guanos, les eaux-vannes, etc., en distillant 10 grammes de produit avec 300 cc. d'eau et 2 à 3 grammes de potasse caustique, et recevant l'ammoniaque dans l'acide normal ou normal-décime, suivant la richesse en ammoniaque.

3° *Dosage de l'acide nitrique.* (Schlœsing.) — On prend 66 grammes de nitrate de sodium pur, on les dissout dans l'eau distillée et on complète le volume à 1 litre.

On a monté à l'avance l'appareil suivant : Un ballon de 200 cc. environ fermé par un bouchon de caoutchouc, qui est traversé par deux tubes : un tube abducteur plongeant dans une cuve à eau ; l'autre, qui est un tube droit, descend jusqu'au fond du ballon ; il est relié à un petit entonnoir par un tube de caoutchouc ; une pince, mise à cheval sur le caoutchouc, permet d'interrompre la communication du ballon avec l'air extérieur.

On introduit dans le ballon, par le petit entonnoir, 30 cc. d'une dissolution de protochlorure de fer et 30 cc. d'acide chlorhydrique. On chasse l'air de l'appareil par l'ébullition : cela fait, on fait pénétrer au sein du protochlorure 5 cc. de la dissolution titrée de nitrate ; on lave l'entonnoir avec un peu d'acide ; on ferme la pince, et le liquide est de nouveau porté à l'ébullition. Le bioxyde d'azote, produit par la décomposition du nitrate de sodium par le protoxyde de fer, est recueilli dans une cloche graduée ; on détermine son volume V.

D'autre part, on a fait une solution de 66 grammes de l'engrais à analyser, dans 1 litre d'eau, et on opère de nouveau, comme il vient d'être dit, sans avoir à changer le liquide contenu dans le ballon. On détermine le volume V′ de gaz dégagé.

$$\frac{V'}{V} = \text{quantité de nitrate pur, contenu dans l'engrais.}$$

Cette méthode est applicable au dosage des nitrates dans toutes les substances qui en renferment, quelle qu'en soit la proportion. La méthode indiquée plus haut (Analyse des terres) n'est qu'une simplification de celle-ci : on peut donc employer l'une ou l'autre.

L'analyse du nitrate de soude destiné à l'agriculture comprend en outre les dosages de l'humidité, du chlore (table 220) et de la matière insoluble. On le falsifie avec du sel marin, du carbonate de soude, du sulfate de soude ou de magnésie. Les chlorures ont une influence nuisible sur la végétation ; il importe que leur proportion soit restreinte à 1 ou 2 centièmes, et alors, la partie active étant le nitrate, le dosage de l'acide nitrique fixera la valeur de l'engrais.

Préparation du protochlorure de fer. — On attaque, dans un ballon de 2 litres environ, 200 grammes de petits clous (pointes de Paris) par l'acide chlorhydrique, au bain de sable ; l'acide sera versé par petites portions jusqu'à dissolution complète du fer. On filtre, on lave le filtre, on complète le volume à 1 litre. La liqueur de protochlorure de fer s'altère très rapidement ; on doit la conserver à l'abri de l'air, et la renouveler aussitôt qu'elle prend une teinte un peu foncée.

On peut aussi, du volume de bioxyde d'azote trouvé, déduire la quantité de nitrate en réduisant à 0° et 760 millimètres (tables 54 et 55), et se servant de la table suivante (219 et 331).

AzO à 0° et à 760mm.	Az.	AzO.	Az^2O^5.	Az^2O^5.	AzO^3K.	AzO^3Na.
cc.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
1	0,627	1,343	1,701	2,417	4,521	3,805
2	1,254	2,686	3,402	4,834	9,942	7,610
3	1,881	4,029	5,103	7,251	13,563	11,415
4	2,508	5,372	6,804	9,668	18,084	15,220
5	3,135	6,715	8,505	12,085	22,605	19,025
6	3,762	8,058	10,206	14,502	27,126	22,830
7	4,389	9,401	11,907	16,989	31,647	26,635
8	5,016	10,744	13,608	19,336	31,168	30,440
9	5,643	12,087	15,309	21,753	40,689	34,245

(337) *Analyse des sulfocarbonates* (A. Müntz).

Dans un ballon de 500 cc., on verse 30 cc. de sulfocarbonate à essayer, 30 cc. d'eau et 100 cc. d'une solution saturée de sulfate de zinc. Le ballon porte un long tube abducteur traversant un petit réfrigérant ascendant; son extrémité effilée plonge dans du pétrole (30 ou 32 cc.) contenu dans une cloche graduée de 50 à 60 cc. de capacité, divisée en dixièmes de centimètre cube. On agite le mélange des liquides du ballon. Quand le dégagement du gaz qui se produit a cessé, on chauffe avec précaution jusqu'à l'ébullition. On lit le volume du liquide contenu dans la cloche, on en retranche le volume de l'eau. L'augmentation de volume du pétrole + 0cc,2 correspond au volume du sulfure de carbone condensé.

Dosage de la potasse. — On traite 2 grammes de sulfocarbonate par l'acide chlorhydrique, on étend de 50 cc. d'eau, on fait bouillir un quart d'heure. On filtre, on évapore à sec. Le reste de l'opération se fait comme pour le dosage de potasse, par l'acide perchlorique ou le chlorure de platine.

(338) *Fourrages.*

Pour les fourrages herbacés, les graines et les tourteaux, on prélèvera un échantillon moyen de 200 ou 300 grammes, qui, après dessiccation à l'air, sera réduit en poudre fine et enfermé dans un flacon bien bouché.

Si l'on a affaire à des racines, on en choisira un certain nombre donnant la moyenne de la récolte à examiner; on les débarrassera de la terre qui y adhère, puis on les découpera en tranches très fines. Sur un lot de ces cossettes, on déterminera l'eau contenue dans les

tissus; le reste de l'échantillon sera desséché complètement à l'étuve à 32° et moulu. Cela fait, on pourra opérer comme pour les autres fourrages.

1° *Dosage de l'humidité.* — 5 grammes de matière sont desséchés à l'étuve à 110°, jusqu'à ce que le poids ne change plus.

2° *Dosage des cendres.* — On incinère 2 grammes de matière, en ayant soin de ne pas trop chauffer, afin de ne pas volatiliser les chlorures.

3° *Dosage de l'azote total.* — On opère sur 0gr,5 ou 1 gramme de matière en suivant la méthode de Will et Varentrapp. Le poids d'azote trouvé, multiplié par 6,5, donne le taux de matières azotées contenues dans le fourrage.

Il est souvent avantageux de carboniser préalablement la matière à analyser. Pour cela, elle est imbibée de quelques gouttes d'acide sulfurique, chauffée au bain de sable pour chasser l'excès de réactif, puis mélangée avec la chaux sodée. Cette précaution devra toujours être prise pour l'analyse de certaines substances difficiles à mélanger, telles que la laine, les crins, les poils, etc. On dissoudra 100 grammes de ces substances dans l'acide sulfurique, en chauffant légèrement au bain de sable. On saturera l'excès d'acide par un poids connu de craie. La masse bien mélangée et réduite en poudre au mortier sera pesée et l'azote sera dosé sur une certaine quantité du mélange. Une proportion donnera la quantité qui correspond à l'échantillon primitif.

4° *Dosage de la matière grasse.* — La matière est épuisée dans un appareil à déplacement, par l'éther ou par le sulfure de carbone. Le dissolvant de la matière grasse est évaporé, le résidu est pesé.

Dosage de l'amidon, des sucres et des gommes. — 2gr,5 de matière sont introduits dans un flacon en verre épais de 150 cc. et additionnés de 100 cc. d'eau contenant 2 grammes d'acide sulfurique. On chauffe quelques instants au bain d'eau salée sans boucher le flacon.

Lorsque la vapeur a chassé l'air, on met un bon bouchon de liège qu'on fixe par un fil de cuivre. On chauffe au bain de sel (108°) pendant 1 heure et demie, ou au bain-marie pendant 5 heures. On filtre sur un tampon d'amiante, on lave et on amène le volume à 250 cc. La liqueur renferme l'amidon, les sucres et les gommes transformés en glucose; on les dose en bloc par la liqueur de Fehling.

On peut également opérer par pesée. 50 cc. de la liqueur sont soumis à l'ébullition avec un excès de liqueur de Fehling. Le précipité formé est recueilli sur un filtre, lavé très rapidement par l'eau bouillante, séché et incinéré dans une nacelle. L'oxyde de cuivre est réduit par un courant d'hydrogène pur et pesé. Le poids du cuivre multiplié par 0,569 donne le taux de glucose.

Si l'on dose les matières par rapport à l'amidon, on devra multiplier le poids de sucre trouvé par 0,90.

6° *Dosage de la cellulose.* — Le résidu insoluble resté dans l'entonnoir est introduit de nouveau dans le flacon avec une liqueur à 5 p. 100 de potasse; on chauffe 1 heure, en prenant les précautions

qui viennent d'être indiquées. On filtre, on lave à l'eau chaude, on dessèche, on pèse, on incinère, et, du poids de la matière, on défalque le poids des cendres. La différence donne le taux de cellulose brute.

Remarque. — Lorsqu'on a à faire l'analyse d'une substance riche en matières grasses, il est bon d'opérer les dosages d'amidon et de cellulose sur la matière épuisée par l'éther.

7° *Dosage des matières sucrées.* — On épuise une certaine quantité de la matière, réduite en poudre, par l'alcool à 85°, à chaud. On chasse le dissolvant, après filtration; on reprend le résidu par l'eau distillée; on décolore le liquide par le noir animal ou par le sous-acétate de plomb. Le glucose est dosé par la liqueur de Fehling.

Le reste de la liqueur est additionné de 10 pour 100 d'acide acétique, chauffé en vase clos à 100° pendant un quart d'heure. Le sucre de canne se trouve interverti. On dose les deux sucres par la liqueur de Fehling; par différence on a le sucre de canne.

8° *Dosage des matières pectiques* (Schlœsing et Müntz). — 5 gr. de matière sont introduits dans un ballon muni d'un bouchon portant un long tube. On ajoute 100 cc. d'alcool à 90° et 0gr,5 de carbonate de potassium dissous dans quelques centimètres cubes d'eau. On chauffe au bain-marie à 75° pendant une demi-heure; on filtre sur un entonnoir garni d'amiante; on lave d'abord à l'alcool, tant que la liqueur passe colorée, et ensuite avec de l'alcool contenant 2 pour 100 d'acide chlorhydrique; on finit le lavage à l'alcool à 90°, en s'arrêtant quand tout l'acide chlorhydrique est enlevé. On laisse évaporer l'alcool que retient la matière, et on l'introduit dans un ballon avec 50 cc. d'eau et 0gr,50 à 1 gramme d'oxalate d'ammonium, suivant la richesse en matières pectiques. Après une digestion de plusieurs heures à une température de 35°, l'acide pectique est dissous; on filtre en lavant le résidu avec une petite quantité d'eau tiède; le résidu insoluble est broyé avec du sable et de nouveau traité par l'oxalate d'ammonium. Les liqueurs filtrées réunies, additionnées de 3 ou 4 fois leur volume d'alcool et de 5 ou 6 cc. d'acide chlorhydrique, donnent un précipité gélatineux d'acide pectique, qu'on recueille sur un filtre taré. On lave longtemps à l'alcool à 90°, on sèche à 100°, on pèse. Les matières albuminoïdes que retient l'acide pectique, sont une cause d'erreur; on les dose et on déduit leur poids. Il n'y a pas à tenir compte des matières minérales.

(339) *Analyse des betteraves à sucre.*

1° *Densité du jus.* — On râpe un certain nombre de racines privées du collet, représentant l'échantillon moyen; on exprime le jus et on en prend la densité au moyen d'un densimètre. On peut calculer approximativement le taux de sucre au moyen de la table 342.

On calcule ensuite le déchet produit par l'enlèvement du collet.

Dans beaucoup d'usines on prélève une betterave par panier ou tombereau, on la coupe en quatre dans le sens de la longueur, et on prend le quart de cette betterave comme échantillon moyen partiel ; on réunit tous ces quartiers, on les râpe et on exprime le jus, qui est ensuite examiné au densimètre, donnant le gramme par litre, ou à la balance aréothermique.

La correction du densimètre pour la température est de :

t		t		t		t	
9°	— 0,7	12°	— 0,4	16°	+ 0,2	19°	+ 0,8
10	0,6	13	0,3	17	0,4	20	1,0
11	0,5	14	0,1	18	0,5	21	1,2

2° *Dosage du sucre.* — On prend 160 cc. de jus, on y ajoute 40 cc. de sous-acétate de plomb à 32° B. On filtre, et dans le liquide clair on dose le sucre au saccharimètre (voyez *Sucre*).

3° *Quotient de pureté.* — On évapore 10 cc. de jus à 105°, jusqu'à ce que le poids ne change plus, on pèse; on a ainsi les matières fixes. Le quotient de pureté est égal au taux de sucre divisé par le poids des matières fixes moins celui du sucre.

4° *Dosage du glucose.* — Il est quelquefois nécessaire de doser le glucose dans les betteraves à sucre; cette opération se fait sur le jus décoloré, d'après la méthode ordinaire.

5° *Dosage des cendres.* — On dose les cendres sur 20 cc. de jus.

(340) *Composition moyenne des betteraves.*

Eau	83,5
Sucre	10,5
Cellulose et pectose	0,8
Matières protéiques azotées	1,5
Autres matières organiques	2,9
Sels minéraux	0,8

(341) *Composition moyenne des cannes à sucre.*
(Martinique et Guadeloupe.)

	%
Eau	72,22
Saccharose	17,80
Glucose	0,28
Cellulose	9,30
Cendres	0,40

(341 *a*) *Calcul de la richesse des betteraves en sucre* (Édouard DELVILLE).

Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.	Densité.	Facteur.
104	0,164	105	0,163	106	0,161	107	0,159	108	0,158
104,1	0,164	105,1	0,162	106,1	0,161	107,1	0,159	108,1	0,158
104,2	0,164	105,2	0,162	106,2	0,161	107,2	0,159	108,2	0,158
104,3	0,164	105,3	0,162	106,3	0,160	107,3	0,159	108,3	0,157
104,4	0,163	105,4	0,162	106,4	0,160	107,4	0,159	108,4	0,157
104,5	0,163	105,5	0,162	106,5	0,160	107,5	0,159	108,5	0,157
104,6	0,163	105,6	0,162	106,6	0,160	107,6	0,158	108,6	0,157
104,7	0,163	105,7	0,162	106,7	0,160	107,7	0,158	108,7	0,157
104,8	0,163	105,8	0,162	106,8	0,159	107,8	0,158	108,8	0,157
104,9	0,163	105,9	0,161	106,9	0,159	107,9	0,158	108,9	0,156

Cette table est destinée à faciliter le calcul de la richesse des betteraves en sucre.

Elle a été dressée pour l'usage de saccharimètres type Duboscq-Soleil à poids normal de 16gr,35 et en supposant que la betterave contient 0,95 de son poids de jus, chiffre généralement admis dans les transactions.

Pour calculer le % de sucre dans la betterave au moyen de cette table, deux déterminations sont nécessaires : 1° la densité du jus à la température de 15° centigr. ; 2° la polarisation du jus après addition de 1/10 de sous-acétate de plomb. Cela étant fait, on cherchera la densité dans le tableau et l'on multipliera le nombre de degrés lu sur l'échelle du saccharimètre par le facteur placé en face de la densité ; le produit de la multiplication sera le % de sucre dans la betterave.

Exemple. — Le jus marque 105 de densité ; le saccharimètre marque 60°. La richesse de la betterave est $0,163 \times 60 = 9,78$ %.

(342) *Rapport entre la densité et la richesse saccharine des jus de betteraves.*

Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.	Densités.	Sucre pour 100 cc.
1035	6,0	1054	10,9	1073	15,9
1036	6,2	1055	11,2	1074	16,2
1037	6,4	1056	11.5	1075	16,5
1038	6,6	1057	11,8	1076	16,8
1039	6,8	1058	12,0	1077	17,0
1040	7,0	1059	12,3	1078	17,3
1041	7,3	1060	12,5	1079	17,5
1042	7,6	1061	12,8	1080	17,7
1043	7,9	1062	13,1	1081	18.0
1044	8,2	1063	13,3	1082	18,3
1045	8.5	1064	13,6	1083	18,7
1046	8,8	1065	13,8	1084	19,0
1047	9,0	1066	14,1	1085	19.3
1048	9,3	1067	14,3	1086	19,6
1049	9,5	1068	14,5	1087	20,0
1050	9,7	1069	14,7	1088	20,3
1051	10 0	1070	15,0	1089	20,7
1052	10,3	1071	15,3	1090	21,0
1053	10,6	1072	15,6	1091	21,5

(343) *Analyses de fourrages* (A. MÜNTZ).

Éléments dosés.	Avoine.	Maïs.	Féverole.	Son.	Foin.	Paille.
Eau	17,74	12.40	11,20	13,87	18,08	14,05
Cendres, acide carbonique déduit	3,37	1,14	2.93	5,28	10,51	6,98
Matières grasses brutes	4,00	3,24	1,56	4,17	1,74	0,99
Matières azotées	8,62	10,31	25,75	14.35	8,75	3,12
Amidon et analogues	46,49	64,23	43,23	34,93	14,23	17,36
Sucre	0,54	0.81	1,27	2,46	1,40	0,27
Matières pectiques	0,40	0,22	1,30	0,80	1,46	0,70
Cellulose brute	9,80	1,94	7,50	5,16	21,30	31,40
Corps indéterminés (par différence)	9,04	5,70	5,26	18,98	22,83	25.13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(344) *Poids moyen d'un hectolitre de grains.*

Blé	76 kilogr.	Avoine	47 kilogr.
Seigle	72 —	Maïs	67 —

(345) *Composition des cendres des végétaux* (expériences de M. Boussingault, à Bechelbronn).

Substances.	Cendres % de matière sèche.	Acide carbonique.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Silice.
Pommes de terre	4,0	13,4	7,1	11,3	2,7	1,8	3,4	51,5	traces	5,6
Betteraves	6,3	16,1	1,6	6,0	5,2	7,0	4,4	39,0	6,0	8,0
Navets	7,6	14,0	10,9	6,1	2,9	10,9	4,3	33,7	4,1	6,4
Topinambours	6,0	11,0	2,2	10,8	1,6	2,3	1,8	44,5	traces	13,0
Froment	2,4	»	1,0	47,0	traces	2,9	15,9	39,5	traces	1,3
Paille de froment	7,0	»	1,0	3,1	0,6	8,5	5,0	9,2	0,3	67,6
Avoine	4,0	1,7	1,0	14,9	0,5	3,7	7,7	12,9	0,3	53,3
Paille d'avoine	5,1	3,2	4,1	3,0	4,7	8,3	2,8	24,5	4,4	40,0
Trèfle	7,7	25,0	2,5	6,3	2,6	24,6	6,3	26,6	0,5	5,3
Pois	3,1	0,5	4,7	30,1	1,1	10,1	11,9	35,3	2,5	1,5
Haricots	3,5	3,3	1,3	26,8	0,1	5,8	11,5	49,1	0	1,0
Fèves	3,0	1,0	1,6	34,2	0,7	5,1	8,6	45,2	0	0,5

(346) *Composition moyenne des céréales.*

Substances.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cellulose.	Cendres.
	%	%	%	%	%	%
Froment	13,65	12,35	1,75	67,91	2,63	1,81
Orge	13,77	11,14	2,16	65,93	5,31	2,69
Seigle	15,66	11,52	1,79	67,81	2,01	1,81
Avoine	12,37	10,11	5,23	57,78	11,19	3,02
Maïs	13,12	9,85	4,62	68,41	0,49	1,51
Riz	13,11	7,85	0,88	76,52	2,63	1,01
Millet	11,66	9,25	3,50	65,95	7,29	2,35
Sarrasin	11,93	10,30	2,81	55,81	16,43	2,72

(347) *Assolement n° 1* (BOUSSINGAULT).

Années.	Substances.	Récolte à l'hect.	Récoltes sèches.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et terres.
		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1re	Pommes de terre.	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2e	Froment	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Paille de froment.	3058	2258	1093,3	119,7	878,2	9,0	158,1
3e	Trèfle (en foin)....	5100	4929	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4e	Froment	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Paille de froment.	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Navets dérobés....	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5e	Avoine.....	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Paille d'avoine....	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Somme	40424	17791	8383,4	973,3	7172,9	250,7	1010,9
	Engrais employé..	49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Différence	»	+ 7630	+ 4745,8	+ 546,5	+ 4551,4	+ 47,5	— 2261,0

(348) *Dosage du chlore dans quelques plantes fourragères.*

Légumineuses.	Chlore % de mat. sèche.	Chlore calculé en NaCl.	Graminées.	Chlore % de mat. sèche.	Chlore calculé en NaCl.
Sainfoin à deux coupes....	0,063	0,097	Brome mou.....	0,095	0,146
Sainfoin à une coupe.....	0,095	0,145	Ray-grass anglais	0,118	0,182
Luzerne de Poitou..	0,088	0,135	Bactyle pelotonnée.	0,192	0,295
Luzerne de Provence	0,036	0,055	Avoine élevée..	0,274	0,422
Trèfle blanc.....	0,086	0,132	Pâturin des bois.....	0,333	0,513
Trèfle violet	0,118	0,182	Houlque laineuse.....	0,182	0,280

(349) *Assolement n° 2.*

Années.	Substances.	Récolte à l'hect.	Récoltes sèches.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et terres.
		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1re	Betteraves.....	26000	3172	1357,6	184,0	1376,7	53,9	199,8
2e	Froment	1185	1013	467,0	58,8	439,6	23,6	24,8
	Paille de froment.	2693	4993	964,0	105.6	775 3	8,0	139,5
3e	Trèfle (en foin) ...	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4e	Froment	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32 6	34,0
	Paille de froment.	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Navets dérobés....	9550	716	307.2	39,3	302,9	12,2	54,4
5e	Avoine	1344	1064	539,5	68,8	390,5	23,3	42,6
	Paille d'avoine....	1800	1283	642.8	69,3	500.4	5,1	65,4
	Somme	53101	17478	8192,6	956,5	7009,0	254,2	1065,5
	Engrais employé .	49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Différence	»	+ 7317	+ 4555,0	+ 529,7	+ 4387,5	+ 51	— 2206,4

(350) *Composition moyenne des racines comestibles.*

Substances.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières extractives.	Cellulose.	Cendres.
	%	%	%	%	%	%
Pommes de terre	75,48	1,95	0,15	20,69	0,75	0,98
Patates.....	75,90	1,38	0,35	20,31	1,02	1,04
Topinambours...	79,59	1,98	0,13	1,57	1,47	1,17
Betteraves.	87,71	1,09	0,11	2,73	0,98	0,95
Carottes..... ...	87,05	1,04	0,21	2,60	1,40	0,90
Navets	89,42	1,35	0,18	3,14	0,96	0,78

(351) *Assolement n° 3.*

Années.	Substances.	Récolte à l'hect.	Récoltes sèches.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et terres.
		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1re	Pommes de terre.	12800	3085	1357,4	178,9	1370,0	46,3	123,9
2e	Froment	1343	1148	529,3	66,6	492,2	26,4	27,5
	Paille de froment.	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3e	Trèfle (en foin)....	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4e	Froment.....	1659	1418	653,8	82,2	615,4	82,6	34,0
	Paille de froment.	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Navets dérobés ..	9550	716	307,2	39,3	302,9	12 2	54,4
5e	Pois (fumés).....	1092	998	464,1	61,9	399,2	41,9	30,9
	Paille de pois.....	2790	2461	1127,3	123,0	876,1	56,6	278,1
6e	Seigle	1679	1394	644,0	78,1	616,1	23,7	32,1
	Paille de seigle. .	3731	3033	1513,5	169,8	1231,4	9.1	109.2
	Somme	46566	23330	10949,7	1268,8	9404 8	353.6	1353,2
	Engrais employé..	161766	12192	14364,2	512,2	3145,5	243 8	3925.8
	Différence..	»	+ 11138	+ 6585,5	+ 756,6	+ 6259,3	+ 109,8	— 2572,6

(352) *Composition moyenne des graines de quelques légumineuses.*

Substances.	Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matieres extractives.	Cellulose.	Cendres.
Haricots.....	14,76	24,27	1,61	49.01	7,09	3,26
Pois....	11.99	22,85	1,79	52,36	5,53	2,58
Lentilles..	12,34	25,70	1,89	53,46	3,57	3,04
Lupins jaunes.	12,88	36,52	4,92	27,60	14.04	4,04
Soja jaune.....	9,51	33,41	17,19	29 99	4,71	5,19

(353) *Assolement n° 4.*

Années.	Substances.	Récolte à l'hect.	Recoltes sèches.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et terres.
		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1re	Jachère fumée...	»	»	»	»	»	»	»
2e et 3e	Froment	3318	2836	1037,4	164,5	1230,8	65,2	68,1
	Paille.....	7500	5550	2686,2	294,2	2159 0	22,2	388,5
	Somme	10818	8386	3993,6	458,7	3989,8	87,4	456,6
	Engrais employé..	20000	4140	1482,1	173 9	1068,1	82,8	1333,1
	Différence.....	»	+ 4246	+ 2511,5	+ 284,2	+ 2321,7	+ 4,6	— 876,5

(354) *Assolement n° 5.*

Années.	Substances.	Récolte à l'hect.	Récoltes sèches.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Sels et terres.
		kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1re	Pommes de terre 1/2 hect.	10000	2410	1064,4	139,8	1077,3	36,1	96,4
	Betteraves 1/2 hect.	20000	2440	1044,3	141,5	1059,0	41,5	153,7
2e et 4e	Froment 46 hectol.	3634	3106	1431,8	180,2	1348,0	71,4	74,6
	Paille de froment.	8000	5720	2768,6	303,2	2225,0	22,8	400,4
3e	Trèfle, 3 coupes...	8000	6320	2995,7	316,0	2389,0	132,7	486,6
	Somme	49634	19996	9300,8	1080,7	8098,3	304,5	1211,7
	Engrais consommé	44000	9108	3260,7	382,5	2349,9	182,0	2932,8
	Différence.....	»	+ 10888	+ 6040,1	+ 698,2	+ 5748,4	+ 122,4	— 1721,1

Section XI. — Alcools, Vins, Vinaigres et Bières.

(Voir tables **49, 62, 63, 64, 65** et **66**).

(355) *Degré réel de l'alcool à 15°, ou volume d'alcool absolu dans 100 volumes de liquide alcoolique, d'après le degré de l'alcoomètre, observé à différentes températures* (GAY-LUSSAC).

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé (interpoler pour les degrés intermédiaires).													
	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
10	37	42	46,9	51,8	56,8	61,7	66,7	71,6	76,5	81,5	86,4	91,2	96,0	
11	36,6	41,6	46,6	51,5	56,4	61,4	66,4	71,3	76,2	81,2	86,1	91,0	95,8	
12	36,2	41,2	46,2	51,1	56,0	61,0	66,0	71,0	75,9	80,9	85,8	90,7	95,6	
13	35,8	40,8	45,8	50,8	55,7	60,7	65,7	70,6	75,6	80,6	85,5	90,5	95,4	
14	35,4	40,4	45,4	50,4	55,3	60,3	65,3	70,3	75,3	80,3	85,3	90,2	95,2	
16	34,5	39,5	44,6	49 6	54,6	59,6	64,7	69 7	74,7	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17	34,1	39,1	44,2	49,3	54,3	59,3	64,3	69,3	74,3	79,4	84,4	89,5	94.6	99,7
18	33,7	38,7	43,8	48,9	53,9	58,9	64,0	69,0	74,6	79,1	84,1	89,2	94,3	99,5
19	33,3	38,3	43,5	48,5	53,6	58,6	63,7	68,7	73,7	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20	32,9	37,9	43,1	48,2	53,2	58,2	63,3	68,4	73,4	78.5	83,6	88,7	93.9	99,1
21	32,5	37,5	42,7	47,8	52,9	57,9	63,0	68,1	73,1	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22	32,1	37,1	42,3	47,4	52,5	57,5	62,7	67 8	72,8	77.9	83,0	88,2	93,4	98,8
23	31,7	36,7	41,9	47,0	52,1	57,1	62,3	67,4	72.5	77,6	82,7	87,9	93.3	98,6
24	31,3	36,3	41,5	46,6	51,8	56.8	62,0	67,1	72,2	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25	30,9	35,9	41,1	46,3	51,4	56,5	61,6	66,7	71,8	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2

Suite de la table précédente, de 17 à 32°.

Degrés du thermom C	Degré de l'alcoomètre observé.															
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
10	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1
11	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30 7	31,7	32,7	33,7
12	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2
13	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
14	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4
16	16,9	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26.7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6
17	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24 4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2
18	16,3	17,3	18,2	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8
19	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24.6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3
20	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
21	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21 1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5
22	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,6	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1
23	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7
24	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3
25	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26,0	27,0	28,0
26	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6
27	13,9	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,2
28	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,4	23,1	23,9	24,8	25,8	26,8

Suite de la table précédente de 1 à 16°.

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6
13	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2
20	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14,0	14,9
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,0	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1
24	»	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9
25	»	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6
26	»	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,3	13,4
27	»	0,5	1,5	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7,0	7,9	8,8	9,7	10,5	11,5	12,0	13,1
28	»	0,3	1,3	2,2	3,1	4,1	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,2	11,7	12,8

(356) *Conversion des centièmes en volume en centièmes en poids (corrigés) pour l'alcool.*

Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes	Poids.
1	0,80	12	9,68	60	52,20	89	84,46
2	1,60	13	10,51	70	62,50	90	85,75
3	2,40	14	11,33	80	73,59	91	87,09
4	3,20	15	12,15	81	74,74	92	88,37
5	4	16	12,98	82	75,91	93	89,71
6	4,81	17	13,80	83	77,09	94	91,07
7	5,62	20	17,28	84	78,29	95	92,46
8	6,43	25	20,46	85	79,50	96	93,89
9	7,24	30	25,69	86	80,71		
10	8,05	40	33,39	87	81,94		
11	8,87	50	42,52	88	83,19		

(357) *Points d'ébullition de l'alcool aqueux* (GRONING).

Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.	Température de la vapeur.	Alcool °/₀ en volume dans le liquide bouillant.	Alcool °/₀ en volume dans le produit qui distille.
77°,2	92	93	87°,5	20	71
77,5	90	92	88,7	18	68
77,8	85	91,5	90,0	15	66
78,2	80	90,5	91,2	12	61
78,7	75	90	92,5	10	55
79,4	70	89	93,7	7	50
80,0	65	87	95,0	5	42
81,2	50	85	96,2	3	36
82,5	40	82	97,5	2	28
93,7	35	80	98,7	1	13
85,0	30	78	100,0	0	—
86,2	25	76			

M. Salleron a trouvé pour les points d'ébullition de l'alcool aqueux, le thermomètre étant plongé dans le liquide :

Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol	Point d'ébull.	Alcool °/₀ vol.	Point d'ébul.
0	100	5	95,8	10	92,5	15	90,1	20	88,2
1	99,1	6	95	11	91,9	16	89,7	21	87,9
2	98,3	7	94,3	12	91,5	17	89,3	22	87,6
3	97,4	8	93,6	13	91	18	88,9	23	87,3
4	96,6	9	93,0	14	90,5	19	88,6	24	87

(358) *Analyses de vins divers.*

	Alcool °/o vol.	Extraits à 100°.	Extraits vide	Cendres.	Tartre.	Mat. réd. en gluc	Sulfate de pot.	Acidité en H^2SO^4
Aude, Corbière 1882.....	10,3	24,6	29,6	4,35	1,30	3,80	3,67	3,76
— Narbonne 1881.....	9,6	22,4	26,3	4,10	2,25	1,70	2,80	5.00
— — 1883.....	10,5	22,6	26,3	4,30	2,63	1,08	3,48	5,39
Charente 1883..... ...	8,2	18,5	23,1	2,40	2,73	1,21	0,31	5,09
Cher *blanc* 1883...	7,2	16,0	19,6	1,68	3,30	0,86	0,25	6,61
— rouge 1883.....	6,6	20 6	25,6	2,60	4,22	1,63	0,34	6,81
Côte-d'Or, Beaune	9,3	21,7	25,8	2,10	3,76	2,40	0,40	3,19
— Pommard vieux.	11,9	21,6	24,3	2,03	1,51	0,40	0,65	3,25
— Puligny 1879...	6,8	23.3	27,5	1,87	2,83	1,00	0,23	5,31
— rouge 1883.....	7,1	17,7	22,9	1,68	3,49	0,91	0,25	7,05
— *blanc* 1883.....	7,9	14,1	20,0	2,04	3,02	1,04	0,15	5,00
Gard, Nîmes 1882.....	9,4	22,7	25,9	3,81	3,49	0,90	1,82	3,43
Gironde, St-Estèphe 1878.	11,1	22,4	28,3	2,20	1,31	1,50	0,49	2,96
— St-Emilion vieux.	10,9	22,1	27,9	2,60	2,00	0,80	0,72	4,60
— Chât.-Larose 1864	10,9	21,5	26.2	3,00	1,90	0,50	0,53	3,90
— Mouton-Rothschild 1878	11,7	22,3	27,2	3,00	1,60	0,50	0,58	3,50
Hérault, Capestang 1880...	8,0	18,4	22,4	3,56	2,44	3,80	2,33	3,82
— Ramejan 1881....	8,9	20,9	25,2	2,85	3,00	1,30	1,32	2,86
— — 1883...	10,0	18,2	22,4	2,12	3,67	0,52	0,69	4,85
— rouge 1883.....	6,6	23,7	25,9	4,60	3,01	0,91	3,50	6,51
— Minervois 1883...	7,9	23,4	24,2	4,08	3,03	0,89	2,81	6,02
Indre-et-Loire, Bléré 1881.	8,2	23,7	26,3	2,11	2,03	1,40	0,18	3,00
Loir-et-Cher, Blois 1881...	7,6	18,3	21,9	2,15	3,20	1,80	0,25	4,88
Loire-Inf. Nantes *blanc* 1883	6,1	15,1	19,1	1,48	1,89	1,02	traces	6,81
Lot, Cahors 1881..... .	10,0	21,8	25,0	1,97	3,92	1,70	0,16	3,40
Pyr.-Orient. Roussillon 1881	12,3	24,7	28,9	3,87	1,04	2,50	3,02	2,92
Saône-et-Loire, Mâcon 1881	10,5	18,7	24,1	1,85	2,10	0,70	0.53	5.07
— Thorins 1878	12,2	24,0	31,6	2,11	2,43	1,80	0.30	4,96
Yonne, Augy 1881	7,0	19,3	23,7	2,30	2,78	2,10	0,41	5,00
— Joigny 1881.....	8,0	20,3	24,8	2,24	3,29	1,74	0,15	5,72
— *blanc* 1883.....	7,7	19,2	21,9	1,64	3,58	0,81	0.02	7,25
Algérie Bône, 1881	10,3	19,1	24,6	2,89	0,82	0.60	1,65	6,37
— Staouéli 1880.....	10,4	22,3	28,8	4,62	0,80	0,70	4.07	4,80
Espagne rouge 1881... ..	14,8	25,6	30,0	4,03	1,90	3,50	3,00	2,70
— — 1883.....	10,7	19,2	24,2	4,32	1,98	1,09	3,32	4,50
Italie, Riposto 1880.....	13,2	24,1	28,4	3,88	0,86	3,70	1,51	2,90
— rouge 1883..... ...	13,0	32,0	37,6	4,52	2,92	4,38	3,74	6,17
— Sicile 1883.....	13,8	27,2	33.0	3,08	1,51	3,62	0,37	4,80
Portugal, rouge 1882	13,5	20,8	26,0	2,92	3,15	2,90	0,27	3,72
Turquie, Andrinople 1878..	11,4	22,9	29,6	2,47	2,06	5,00	0,71	3,10
Piquette, lavage des marcs 1883, Midi	5,9	17,9	20,8	4,68	3,59	traces	2,75	4,07

(359) *Composition moyenne des cendres.*

Pour 1 litre.	gr.	gr.		gr.
Acide sulfurique	0,17 à 0,27 ordinairement 0,2			
— phosphorique { vins blancs / — rouges }	.....		—	{ 0,155 / 0,335
— chlorhydrique	0,04	0,06	—	0,04
Peroxyde de fer	0,01	0,02		
Alumine phosphatée	0,03	0,06	—	0,04
Chaux	0,05	0,09		
Magnésie	0,11	0,15		
Potasse	1,00	2,00	—	1

(360) *Composition des cendres de vins plâtrés ou non plâtrés.*

Matières dosées.	Avant le plâtrage.		Après le plâtrage.	
(1) Vin de Montpellier. (2) Vin des Pyrénées. (3) Vin de Montpellier plâtré. (4) Vin des Pyrénées fortement plâtré.	Pour 1 litre.		Pour 1 litre.	
	1	2	3	4
	gr	gr.	gr.	gr.
Sulfate de potassium	0,395	0,367	2,996	7,388
Sulfate de calcium	0,000	0,000	0,235	0,365
Carbonate de potassium	1,869	1,363	0,010	0,000
Phosphate de calcium, de magnésium et d'aluminium	0,525	0,395	0,395	1,420
Chaux	0,082	0,097	0,142	0,334
Magnésie	0,066	0,135	0,057	0,542
Silicate et peroxyde de fer	0,035	0,065	0,000	0,000
Sulfate de fer	0,000	0,000	0,055	0,085
Poids total des cendres	2.962	2,422	4,490	10,104
Alcool en volume %	10 %.	13 %.	11 %.	16 %.

(361) *Analyse sommaire du vin.*

Le vin est le produit de la fermentation du raisin frais.

Le chimiste trouvera des indications utiles dans l'avis des dégustateurs sur l'origine des vins et les maladies qu'ils ont subies.

La dégustation donne également les meilleures indications sur la richesse colorante et la limpidité des vins.

Une analyse sommaire comporte les déterminations suivantes :

1° Densité du vin. — Elle varie pour les vins faits de 0,991 à 0,999. On la détermine généralement à l'œnobaromètre Houdart, qui est un densimètre dont le degré est divisé en cinq parties, et dont le 0° correspond à la densité 0,986, le 1° à 987, le 14° à 1,000. En tenant compte de la richesse alcoolique, la connaissance de la densité du vin donne un moyen commode de déterminer sa richesse en extrait.

L'œnobaromètre est plongé, en même temps qu'un thermomètre, dans le vin, renfermé dans une éprouvette. On fait la lecture au sommet du ménisque du vin et en même temps on lit la température sur le thermomètre. On a d'ailleurs déterminé la richesse alcoolique du vin par l'ébullioscope, ou par distillation (corrigée).

Le dos de la règle œnobarométrique contient la table de correction; quand la température est au-dessous de 15°, on se sert du tableau de gauche, et il faut retrancher du degré œnobarométrique le chiffre qui se trouve à l'intersection de la colonne horizontale donnant la température et de la colonne verticale donnant la richesse alcoolique; au-dessus de 15°, tableau de droite, il faut ajouter le chiffre.

La face antérieure de la règle servira à l'aide de ce nombre corrigé à donner la richesse en extrait. La graduation de droite contient les indications œnobarométriques corrigées; en face du chiffre trouvé on placera l'index de la réglette mobile. Alors sur la graduation de la réglette correspondant à la richesse alcoolique en volume on cherchera le titre du vin, et en face de ce titre la graduation gauche de la règle donnera la richesse en extrait.

A défaut de règle on emploie les tables spéciales qui accompagnent l'instrument.

Cette méthode donne de légères erreurs avec les vins sucrés ou falsifiés, mais elle est assez exacte avec les vins naturels, et en somme elle suffit au commerce pour identifier les échantillons de vin.

2° Dosage de l'alcool. *Méthode de Gay-Lussac.* — On mesure 200 centimètres cubes de vin, autant que possible rafraîchi à 15° environ (en le plongeant dans l'eau fraîche); si les vins sont très alcooliques (plus de 15°), on en mesure 100 centimètres cubes, qu'on mélange avec 100 centimètres cubes d'eau; on en distille la moitié en condensant la vapeur avec de l'eau très fraîche et renouvelée, en ayant soin d'appuyer l'ouverture de l'éprouvette contre le fond du serpentin, afin d'éviter l'évaporation de l'alcool (il vaut mieux au lieu d'éprouvette employer des ballons jaugés). Le produit de la distillation est rafraîchi dans de l'eau à 15° environ et ramené exactement à 100 centimètres cubes avec de l'eau distillée. On détermine exactement la température avec un thermomètre, qui ne serve qu'à cet usage, essuyé avec un linge propre; l'alcoomètre doit de même être essuyé avec un linge fin légèrement imprégné d'alcool. On le plonge dans le produit distillé, et on lit au-dessous du ménisque; on corrige l'indication de la température d'après la table (355) et la moitié du chiffre obtenu est la quantité d'alcool pour cent en volume : si l'on n'a pris que 100 centimètres cubes de vin, il est inutile de dédoubler le degré.

Il est essentiel de prendre le degré alcoolique à la température où l'on a mesuré le vin.

Les vins acides ou piqués seront saturés par du carbonate de potassium avant la distillation.

M. Pasteur distille 200 centimètres cubes en recueillant 100 centimètres cubes qu'il mélange avec 50 cc. d'eau de chaux et 50 cc. d'eau distillée; il redistille ces mélanges en recueillant 100 cc., dont il détermine le titre alcoolique.

Méthode de l'ébullioscope (Malligand). — On fixe l'échelle mobile de façon que le zéro coïncide avec le bout de la colonne mercurielle lorsque de l'eau introduite dans l'appareil est en ébullition depuis quelques minutes. On rince avec le vin et l'on introduit le vin dans la bouillotte jusqu'au trait marqué, puis l'on fait bouillir après avoir introduit de l'eau froide dans le réfrigérant. La colonne mercurielle s'étant fixée pendant 2 ou 3 minutes, on lit le titre sur l'échelle. Les résultats sont exacts si la pression est voisine de 0,76. Les vins chargés en couleur ou liquoreux doivent être coupés de leur volume d'eau; les vins de liqueur de 3 volumes d'eau. On ramène par le calcul le titre au volume de vin primitif. A défaut d'un instrument spécial, on peut se servir des renseignements contenus dans la table 357.

L'ébullioscope différentiel Amagat comprend deux chaudières, l'une renfermant l'eau distillée, l'autre le vin; le contrôle du zéro se fait ainsi pendant l'opération. On rince l'appareil de droite avec un peu de vin, puis on y verse 50 cc. de vin; à gauche on met 15 cc. d'eau distillée; on remplit le réfrigérant d'eau froide. On règle à l'aide de la vis la colonne mercurielle de gauche en face du petit trait (du grand trait pour l'eau et les alcools dilués) et à droite on lit le titre alcoolique. De temps en temps on vérifie le 0^0 en mettant à droite 15 cc. d'eau distillée et amenant le 0^0 de l'échelle en face du mercure; on desserre alors la vis de gauche et on ramène le grand trait de la règlette mobile en face du mercure du thermomètre gauche. On nettoie de temps en temps les chaudières avec un peu de potasse et d'eau, qu'on fait couler jusqu'à ce que l'eau sorte bien claire; on rince bien ensuite. La lampe doit brûler de l'alcool à 87^0-92^0 et la mèche doit toucher le fond de la chaudière.

Pour les vins riches en extrait, il est prudent de les dédoubler avec de l'eau en les essayant à l'ébullioscope.

3° Plâtrage. — Les ministères du commerce et de la guerre ont fixé à 2 grammes de sulfate de potassium par litre la *limite* du plâtrage. Au delà de cette dose, le vin pourra être refusé. S'il se trouve en outre dans le vin un excès d'alumine provenant du plâtrage, le vin devra être refusé.

On emploie, à l'effet de vérifier si le vin dépasse cette limite, une solution contenant, par litre, $4^{gr},781$ de chlorure de baryum anhydre, ou $5^{gr},608$ de sel cristallisé, et 10 cc. d'acide chlorhydrique; 10 cc. de cette liqueur, équivalant à 4 centigrammes de K^2SO^4, sont ajoutés à 20 cc. de vin : le mélange filtré ne doit plus précipiter par le chlorure barytique.

La liqueur titrée de chlorure de baryum se vérifie soit en mélangeant 20 cc. avec 9cc,2 de liqueur normale-décime d'acide sulfurique : le mélange filtré ne doit plus renfermer de quantité notable de baryte ou d'acide sulfurique; soit en évaporant dans une capsule de platine 25 cc. de liqueur avec un petit excès d'acide sulfurique, et calcinant au rouge : on doit avoir 0gr,1235 de sulfate de baryum.

D'après M. Marty, les vins naturels renferment de 0gr,194 à 0gr,583 de sulfate de potassium par litre. Par conséquent, dans un tube à essais on introduit 25 cc. de vin, et on ajoute 1 cc. 1/2 du liquide barytique de Marty [1]. Sur un petit filtre on verse le liquide et on essaye les premières gouttes qui passent avec ce liquide barytique; s'il ne se forme pas de précipité, le vin n'est pas plâtré; s'il s'en forme un, à 25 centimètres cubes de vin placé dans un nouveau tube à essais on ajoute 2 cc. 1/2 de liquide titré, on filtre et on essaye de nouveau; s'il ne se fait aucun précipité, le vin est légèrement plâtré, au-dessous de 1 gramme de sulfate de potassium; s'il s'en fait un, dans un nouveau tube à essais on met 25 cc. de vin et 5 cc. de liquide titré; on filtre et on essaye; s'il se fait un précipité, c'est que le vin tient plus de 2 grammes de sulfate de potassium et doit être refusé, aux termes de la circulaire ministérielle.

Il est souvent important de déterminer à peu près la quantité de sulfate de potassium que renferme un vin, afin de le couper de manière à ne pas dépasser la dose limite dans le produit vendu. Le procédé rapide consiste à opérer avec deux séries de cinq tubes à essais et cinq entonnoirs munis de filtres en papier. Dans les cinq tubes on verse 10 centimètres cubes de vin ; puis dans le 1er tube on ajoute 1 centimètre cube de la liqueur de M. Marty, équivalant à 1 gramme par litre de sulfate de potasse; dans le 2e on met 2 cc.; dans le 3e, 3 cc., et ainsi de suite. Après quelques heures on filtre le contenu des cinq tubes dans les cinq tubes correspondants de la 2e série, puis à chacun des liquides clairs on ajoute quelques gouttes de la liqueur barytique.

Si les nos 3, 4 et 5 donnent des précipités, tandis que les nos 1 et 2 n'en donnent pas, on en conclut que le vin est plâtré entre 2 et 3 grammes; on peut pousser le dosage plus loin, en répétant ces opérations avec les cinq tubes et prenant 2cc,2 de liqueur barytique dans le 1er, 2,4 dans le 2e, 2,6 dans le 3e, et ainsi de suite; mais il est rare que les nécessités commerciales exigent les décimales.

4° Recherche de l'acide salicylique. — A 50 cc. de vin on ajoute 2 à 3 cc. de perchlorure de fer officinal et 1 ou 2 gouttes d'acide chlorhydrique; on agite avec 25 cc. d'éther ou mieux de chloroforme qu'on décante et qu'on lave à l'eau une ou deux fois; on évapore le dissolvant à froid et on ajoute 1 goutte de perchlorure de fer dilué

1. Il se compose de chlorure de baryum cristallisé 14gr,007 et 50 cc. d'acide chlorhydrique par litre : 10 cc. équivalent à 0gr,1 K^2SO^4.

à la teinte jaune-paille, qui donne avec l'acide salicylique une belle coloration violette.

5° Recherche de la couleur. — Nous donnons ici une méthode sommaire pour s'assurer que le vin n'est pas coloré artificiellement.

a. On dépose une goutte de vin sur un bâton de craie albuminée, préparé en trempant dans l'albumine à 10 % un bâton de craie, laissant sécher à 100° et grattant la couche superficielle. Tout vin donnant une tache verdâtre, violacée ou rose sera suspect.

b. On sature 30 cc. de vin avec de l'eau de baryte, jusqu'à coloration verte et on agite avec 15 cc. d'éther acétique ; on laisse reposer. Tout vin qui colore l'éther acétique doit être rejeté : il renferme un dérivé basique du goudron de houille.

c. On additionne 50 cc. de vin d'un excès d'ammoniaque et on agite avec 25 cc. d'alcool amylique pur : si l'alcool amylique se colore, on a affaire à l'orseille, ou à un dérivé du goudron de houille, généralement azoïque.

d. On mesure 4 cc. de vin, on fait virer au violet par du carbonate sodique dilué, on ajoute 2 cc. d'alun à 10 % et 2 cc. de carbonate sodique à 10 %; on filtre : toute laque violacée ou bleue, tout liquide qui n'est pas franchement vert-bouteille, doivent faire suspecter le vin, qui renferme probablement campêche, cochenille, phytolacca, sureau, etc. Le liquide filtré est ensuite acidulé par l'acide sulfurique et examiné au spectroscope : on y reconnaît aisément la bande caractéristique du dérivé sulfoconjugué de la fuchsine (table 364).

e. A 4 cc. de vin on ajoute 1 cc. d'alun, puis du carbonate de sodium jusqu'à formation d'un précipité, qu'on redissout dans un petit excès d'acide acétique. Un vin qui donne une coloration violet pur doit être suspecté de renfermer du sureau, hièble, troène, myrtille, mauve noire.

(362) *Analyse complète du vin.*

On pratiquera d'abord l'analyse sommaire indiquée plus haut, et qui donnera de précieuses indications sur la marche à suivre pour l'analyse; on fera ensuite les dosages suivants. Nous comptons les résultats en grammes par litre ; en Allemagne, il est de règle de les compter en grammes par 100 cc. à 15°.

6° *Extraits*. — L'extrait se détermine à 100° ou dans le vide.

Pour l'extrait à 100°, nous conseillons des capsules cylindriques, en platine, de 7 centimètres de diamètre sur 25 millimètres de profondeur. On y mesure 25 cc. de vin, qu'on évapore pendant 7 heures, dans un bain-marie muni d'un niveau constant et d'une grille affleurant exactement le niveau de l'eau, de sorte que le fond de la capsule plonge dans l'eau et que la capsule elle-même soit entourée de vapeur d'eau. C'est le procédé qui, d'après nos essais, assure la dessiccation la plus régulière et la plus complète. L'augmentation de poids, multipliée par 40, donne l'extrait à 100° par litre.

En Allemagne, on emploie des capsules de platine de forme surbaissée, de 85 millimètres de diamètre et 20 millimètres de haut, pesant environ 30 grammes; on évapore 50 cc. de vin au bain-marie et on chauffe encore 2 heures 1/2 à l'étuve à eau bouillante. Pour les vins riches en sucre (plus de 5 grammes par litre), on prend des quantités de vins telles, que l'on ait 1 gramme à 1gr,5 d'extrait. Ce procédé est moins régulier que le nôtre.

Pour l'extrait dans le vide, le mieux est d'employer des vases en verre spéciaux, que l'on obtient en faisant couper des becherglas de 7 centimètres de diamètre à 15 millimètres du fond, et rodant le bord. On tare ces vases, et on marque le poids trouvé, ainsi qu'un numéro d'ordre, au moyen d'un diamant. La tare ne change que de quelques milligrammes dans l'espace d'un mois. Dans ce vase on introduit 10 cc. de vin, et on maintient dans le vide sur l'acide sulfurique renouvelé chaque jour, pendant deux jours, puis encore deux ou trois jours sur l'anhydride phosphorique.

Pour les vins riches en sucre, on prend seulement 5 cc., ou on opère dans des vases plus grands et de même forme.

7° *Cendres.* — On incinère l'extrait à 100°, contenu dans la capsule de platine, à la température du rouge sombre.

Les vins dont les cendres ne sont pas blanches à la simple calcination renferment en général du chlorure de sodium.

Aux cendres obtenues on ajoute 5 cc. d'acide sulfurique normal-décime, on laisse digérer à une douce chaleur, puis on titre l'excès d'acide et on calcule l'alcalinité en carbonate de potassium.

On recherche ensuite par évaporation avec un peu de carbonate de sodium l'acide borique (table **133**).

On peut doser le chlore par le sulfocyanure sur 25 à 50 cc. de vin sursaturés par du carbonate de sodium, évaporés et incinérés (table **220**).

Une analyse complète des cendres exige au moins 200 cc. de vin ; il y a lieu de doser les acides sulfurique et phosphorique, le chlore, la silice, la chaux, la magnésie, la potasse, la soude, l'alumine et l'oxyde de fer.

On doit distinguer les cendres solubles et insolubles dans l'eau.

Pour les phosphates, on incinère 25 à 50 cc. Si les cendres sont alcalines, on les reprend par l'acide nitrique et on dose par le molybdate. Si elles sont peu alcalines, on incinère avec un peu de carbonate de sodium et de salpêtre.

8° *Sulfates.* — Ce dosage s'effectue par pesée, sur 100 à 200 cc. de vin (suivant la quantité trouvée à l'essai préliminaire); en acidulant par 1 cc. d'acide chlorhydrique, chauffant vers 90° et ajoutant 3 cc. pour 200 cc. de chlorure de baryum à 10 o/o par gramme de sulfate trouvé (**361**, 3°) on chauffe encore 2 heures et on filtre; le poids de sulfate de baryum trouvé, multiplié par 0,7473, donne le sulfate de potassium correspondant.

9° *Sucre.* — On peut opérer soit avec le résidu du dosage de l'alcool, ramené au volume primitif, soit avec le vin; si le vin est incomplète-

ment fermenté, on le sature au violet-bleuâtre par du carbonate de sodium, on ajoute 10 grammes de noir pur, on évapore à 50 cc., on filtre, et on lave le noir à l'eau distillée bouillante pour compléter 100 cc.

S'il est peu sucré, le vin (ou le résidu de la distillation ayant servi au dosage de l'alcool par le procédé de Gay-Lussac, et ramené au volume primitif, 200 cc.), est directement traité par 10 grammes de noir animal et filtré. Le liquide est examiné au polarimètre; sur une autre partie on dose le glucose par la liqueur de Fehling; enfin 50 cc. sont fermentés complètement, puis soumis à la dialyse; on met de l'autre côté de la membrane au moins 400 à 500 cc. d'eau; il n'est pas nécessaire d'employer de l'eau distillée. Le lendemain on examine au polarimètre le liquide resté sur le dialyseur; s'il y a addition au vin de glucose commercial, la dextrine non dialysable qui ne fermente pas, dévie à droite le plan de polarisation; avec addition de vin de raisins secs, les corps lévogyres non dialysables que celui-ci renferme donneront une déviation à gauche.

La méthode officielle allemande prescrit de décolorer les vins peu sucrés par le noir, et les autres par le sous-acétate de plomb dont l'excès est précipité par du carbonate de sodium; on titre au Fehling. Si l'interversion indique la présence de saccharose, on l'intervertit par l'acide chlorhydrique, on dose au Fehling et on calcule la différence des deux dosages en saccharose.

Le dosage direct de la glucose dans les vins n'est pas absolument entravé par les tannins du vin, mais par leur présence la liqueur se colore en vert et la fin de la réaction est plus difficile à reconnaître : dans les vins blancs, par exemple, le procédé Soxhlet ou Aimé Girard (pesée du sous-oxyde de cuivre ou du métal) est très praticable; dans ce cas il faut ajouter au vin du carbonate de sodium.

La méthode allemande prescrit, pour l'examen polarimétrique, de traiter 60 cc. de vin blanc par 3 cc. de sous-acétate de plomb, de filtrer et à 30 cc. du liquide clair d'ajouter 1 1/2 cc. de carbonate de sodium saturé. On filtre, on examine au tube de 20 centimètres et on multiplie le résultat par 11/10 (en ajoutant 1/10e au chiffre trouvé). Pour les vins rouges, on prend 60 cc. de vin, 6 cc. de sous-acétate; à 30 cc. de liquide filtré on ajoute 3 cc. de carbonate de sodium, on filtre, on examine et on ajoute au chiffre trouvé 1/5e de sa valeur.

Si la déviation dépasse + 20′ au tube de 20 centimètres, on évaporera 210 cc. de vin avec quelques gouttes d'acétate de potassium à 20 o/o, à consistance sirupeuse au bain-marie; on ajoute peu à peu en remuant 200 cc. d'alcool à 90°, on décante le liquide clair pour le distiller et l'évaporer à 5 cc.; on ajoute 15 cc. d'eau, on décolore au noir, on filtre; avec les eaux du lavage on complète 30 cc. Ce liquide est examiné; s'il marque plus de + 30′, il renferme de l'amyline; il est prudent de le faire fermenter et d'examiner ensuite.

Si le vin devient laiteux et dépose des grumeaux par son mélange avec 2 1/2 volume d'alcool à 90 pour 100, on l'évapore à consistance sirupeuse, on épuise le résidu par l'alcool à 96 pour 100, et la gomme arabique ou la dextrine restante est reprise par l'eau, saccharifiée sous pression avec l'acide chlorhydrique ; le sucre, dosé au Fehling, est calculé en gomme ou en dextrine.

10° *Acidité.* — On sature par la soude-décime 200 à 400 cc. d'eau, en présence de phtaléine du phénol (table 409) jusqu'à coloration violette persistante; on y fait couler 10 cc. de vin et on ramène au violet persistant par la soude-décime : les vins rouges sous l'action de l'alcali passent au violet, puis au gris-souris, et le virage au violet est facile à saisir si l'on a mis assez de phtaléine. Si le vin est trop coloré, on pratique des touches avec le papier de tournesol, jusqu'à ce que la tache soit bleue.

On peut de même déterminer l'acidité de l'extrait dans le vide, repris par l'eau tiède : on dilue à 200 ou 400 cc, et on titre ; on déduit le volume d'alcali nécessaire pour faire virer au violet le même volume d'eau.

Les acides volatils se dosent en saturant par un alcali 20 cc. de vin, qu'on concentre au bain-marie dans une cornue traversée par un courant d'air ; on ajoute un excès d'acide phosphorique sirupeux et on distille à sec : dans le produit distillé on dose l'acidité qu'on calcule en acide acétique. Suivant l'âge des vins, on trouve de $0^{gr},4$ à $0^{gr},5$ d'acide acétique par litre.

L'acidité du vin s'évalue ordinairement en acide sulfurique SO^4H^2 par litre. En Allemagne on l'évalue en acide tartrique pour 100 cc., et on la détermine par les touches au papier de tournesol. Les acides volatils se dosent par distillation avec la vapeur d'eau et titrage, et se calculent en acide acétique.

L'acidité en acide sulfurique $\times$ 1,53 = acidité en acide tartrique, et inversement celle-ci $\times$ 0,653 = acidité en acide sulfurique. Si l'on compte l'acidité en SO^3, celle-ci $\times$ 1,875 = acidité en acide tartrique. L'acidité en acide acétique $\times$ 0,817 = acidité en H^2SO^4.

11° *Tartre.* — Dans un ballon on verse 20 cc. de vin avec 80 cc. d'un mélange d'alcool absolu et d'éther à 65°, à volumes égaux, puis on laisse reposer 24 heures. Après ce temps on recueille sur un filtre le précipité, qui est du bitartrate de potassium, on le lave avec le mélange éthéro-alcoolique, on dissout dans l'eau, et on détermine l'acidité par la potasse normale-décime dont 1 cc. = $0^{gr},01881$ de tartre dans 20 cc. ou 0,94 par litre ; on ajoute par litre $0^{gr},2$ correspondant au tartre dissous par l'alcool éthéré.

En Allemagne, on prend 20 cc. de vin et 200 cc. d'un mélange à parties égales d'éther et d'alcool absolus.

12° *Acide tartrique libre.* — On le recherche en saturant 200 cc. de vin de tartre pur, finement divisé, filtrant après 6 heures et ajoutant 2 gouttes d'acétate de potassium : l'acide tartrique libre donne un précipité au bout de 12 heures, si la température n'a pas changé.

Pour le doser, à 20 cc. de vin on ajoute 2 gouttes d'une solution

alcoolique à 20 o/o d'acétate de potassium et 80 cc. d'alcool éthéré; on termine comme un dosage de tartre. En retranchant du nombre de centimètres cubes trouvés ceux que nécessitait le tartre, la différence, multipliée par $0^{gr},75$, donne l'acide tartrique en grammes par litre.

Nota. — On doit laisser le bitartrate se déposer pendant 72 heures, à une température constante entre 0 et 10^0; faciliter ce dépôt en ajoutant dès l'abord une pincée de gros sable quartzeux bien lavé, et remuant tous les jours plusieurs fois.

13° *Glycérine.* — On évapore 250 cc. de vin avec quelques grammes de chaux éteinte ou d'hydrate de baryte dans le vide sec, et on reprend le résidu solide par un mélange de 100 cc. d'alcool à 92^0 et 150 cc. d'éther à 62^0. On filtre, on évapore sans chauffer; on fait passer dans une capsule tarée, on évapore dans le vide sur l'acide sulfurique, puis sur l'anhydride phosphorique, et on pèse la glycérine pure.

Si les vins sont plâtrés, ce procédé devient inapplicable. Dans ce cas, on évapore 250 cc. de vin au cinquième de leur volume, on ajoute de l'acide hydrofluosilicique, un volume d'alcool: on filtre, puis on ajoute un excès d'eau de baryte; on évapore dans le vide sur du sable quartzeux, enfin on reprend par 300 cc. d'un mélange d'alcool et d'éther purs et anhydres, à volumes égaux. On évapore ce liquide et on maintient 24 heures le résidu dans le vide sec sur l'anhydride phosphorique; on pèse la glycérine pure ainsi obtenue (H. Raynaud). On multiplie le poids de glycérine par 4 pour le ramener au litre.

Il est préférable de peser la glycérine dans une nacelle tarée assez grande, qu'on introduit ensuite dans un tube chauffé à 180^0 et où on fait le vide. On pèse après 2 heures; la différence de poids donne exactement la glycérine.

En Allemagne, on évapore 100 cc. de vin dans une capsule spacieuse à fond rond, et quand il ne reste plus que 10 cc., on ajoute un excès de lait de chaux et du sable lavé, et on termine l'évaporation; le résidu broyé est repris au bain-marie par 50 cc. d'alcool à 96^0, recueilli sur un filtre et épuisé par de petites quantités d'alcool dont on a en tout 100-200 cc.; on distille, on reprend le résidu sirupeux par 10 cc. d'alcool absolu, on filtre, on ajoute 15 cc. d'éther, on laisse déposer, on filtre et on évapore; on sèche 1 heure à l'étuve et on pèse.

14° *Acide succinique.* — On évapore dans le vide 250 cc. de vin sur du sable, on épuise par l'éther anhydre (environ 250 cc. en plusieurs fois), on filtre, on évapore à sec sans chauffer et on titre le résidu par la potasse normale-décime dont 1 cc. = $0^{gr},0059$ d'acide succinique, soit 0,0236 par litre.

15° *Tannin.* — On sature partiellement par un alcali 10 cc. de vin de manière à ne laisser qu'une acidité correspondant à 3 grammes par litre, en H^2SO^4 : on ajoute 1 cc. d'acétate de sodium à 40 pour 100, puis goutte à goutte, tant qu'il se fait un précipité, une solution

de perchlorure de fer à 10 pour 100, dont une goutte = 0gr,05 de tannin.

Les vins jeunes doivent être dépouillés de l'acide carbonique par agitation.

Les autres procédés de dosage du tannin sont longs et pas beaucoup plus exacts que celui que nous décrivons, et qui est recommandé, concurremment avec celui de Neubauer, par l'Instruction officielle allemande sur l'analyse des vins.

Les tannins du vin sont solubles dans l'éther et se colorent en vert par le perchlorure de fer.

16° *Acide malique.* — On concentre à moitié 50 cc. de vin, on sursature par du carbonate de sodium; dans une fiole jaugée de 50 cc. on introduit le vin saturé, les eaux de lavage, puis 5 cc. de chlorure de baryum à 10 pour 100; on complète avec de l'eau jusqu'au trait, on agite et on laisse reposer : après 24 heures on prélève 25 cc., qu'on évapore à sec au bain-marie avec un excès d'acide chlorhydrique; on reprend par l'eau et on titre alcalimétriquement. Dans ces conditions il ne reste comme acides fixes que les acides malique et citrique : le vin ne renferme pas normalement ce dernier, et sa présence indiquerait l'addition de baies végétales. Dans ce cas, on séparerait facilement les deux acides, en concentrant le liquide alcalin, précipitant par le chlorure de calcium et l'alcool, et lavant le précipité à l'eau de chaux bouillante qui dissout le malate et laisse le citrate de calcium.

(363) *Falsification du vin.*

Les falsifications du vin sont nombreuses, et il est nécessaire de distinguer deux cas : ou le vin est vendu comme naturel, et il faut vérifier si le vin est réellement du cru et de l'année indiqués, ou c'est un vin de coupage ou de soutirage, et dans ce cas le chimiste ne peut répondre qu'à cette question : Y a-t-il eu manipulation frauduleuse ou addition d'éléments étrangers au vin?

Dans tous les cas, l'analyse chimique devra être éclairée par les avis de la dégustation. Les questions à poser aux dégustateurs sont celles-ci : 1° Le vin est-il naturel ou de coupage, et dans ce cas quels sont les éléments dominants du coupage? 2° Est-il limpide et a-t-il subi des maladies? 3° A-t-il été l'objet de manipulations frauduleuses, mouillage, vinage, etc.?

Les maladies du vin sont décelées par l'examen microscopique des dépôts et du fond des bouteilles.

Mouillage. — L'addition d'eau est facile à reconnaître dans les vins naturels, par la comparaison avec un vin de même origine et de même année. La comparaison entre les différents éléments des deux vins indiquera la proportion d'eau ajoutée. Dans le cas des vins de soutirage dont il est impossible de reproduire un type conforme, l'appréciation du mouillage se base sur la dégustation et sur les rapports que présentent entre eux les divers éléments. M. Gautier a indiqué, comme

règle empirique, que dans les vins français, à l'exception de quelques petits vins du Midi, du cépage dit aramon, en additionnant le degré alcoolique avec le chiffre exprimant l'acidité en acide sulfurique, le total doit être de 13 au moins; pour les vins plâtrés on retranche de l'acidité $0^{gr},2$ par gramme de sulfate de potassium. Nous ajouterons à cette règle que, dans les coupages où entrent des vins étrangers, forts en alcool et la plupart vinés, le chiffre s'élève à 17, d'après nos observations : la dégustation indiquera le vinage et la présence des vins étrangers. Enfin à Paris on peut se baser sur l'usage commercial de vendre les soutirages en gros, au titre moyen de 11 à 13° d'alcool et 22 à 26 grammes d'extrait, et de les mouiller au cinquième pour la vente au détail.

Vinage. — Le vinage se caractérise par la dégustation et par la modification du rapport de l'alcool (en poids) à l'extrait; quand ce rapport est supérieur à 4,5 pour un vin rouge, on peut affirmer que le vin est viné. En Allemagne on admet que la glycérine forme les 7 à 14 pour 100 de l'alcool, et que si on en trouve moins de 7 pour 100, le vin est manifestement viné.

Sucrage. — Le sucre se transformant par la fermentation en alcool et glycérine, on reconnaît son addition, comme celle de l'alcool, par la modification du rapport de l'alcool à l'extrait. Si le sucre employé n'est pas pur, on retrouve dans le vin ses impuretés; le sucre de fécule laisse une forte proportion de dextrine non fermentée, qui se retrouve par l'examen au polarimètre (le vin dévie fortement à droite, surtout après dialyse), ou en pratiquant le procédé de Neubauer au complet.

Pétiotisage. — Les vins de seconde cuvée, préparés en ajoutant au marc du sucre et de l'eau, se comportent à peu près comme des vins mouillés et vinés; l'insuffisance de l'extrait, du tartre, de la glycérine et la dégustation suffisent à les caractériser, ou au moins à les distinguer des vins purs.

Gallisage. — Gall admet qu'un bon moût doit renfermer 24 pour 100 de sucre et 0,6 pour 100 d'acide; et un moût médiocre 18 à 20 pour 100 de sucre et 0,5 à 0,6 d'acide : on ajoute au moût les quantités d'eau et de sucre nécessaires pour diminuer son acidité et ramener sa composition au chiffre normal. Les vins gallisés ont à peu près les mêmes caractères que les vins pétiotisés.

Vins de raisins secs. — Les vins de raisins secs renferment un excès de sucre, de cendres et d'extrait; aussi les vine-t-on généralement. La dégustation les reconnaît très facilement, même dans les coupages. En général ils renferment très peu de glycérine.

Scheelisage. — L'addition de glycérine se reconnaît par le dosage de ce corps : elle doit former le 10e au 14e du poids de l'alcool; si on en trouve plus, on peut affirmer l'addition de glycérine, dont on ajoute d'ailleurs des doses assez notables pour adoucir et corser le vin.

Autres fraudes. — Les vins aigris sont saturés par des alcalis : on reconnaît cette fraude à l'examen des cendres.

On sale les vins pour masquer le mouillage. Un vin naturel renferme très rarement plus de $0^{gr},1$ de chlorure de sodium, meme s'il pousse dans des terrains salés; le dosage du chlore et de la soude indiquera donc cette fraude. Le poids du chlorure d'argent $\times$ 0,5272 = KCl, et $\times$ 0,4080 = NaCl.

La présence de chlore peut provenir également du déplâtrage du vin par le chlorure de baryum : alors il se produit du chlorure de potassium. Dans les vins déplâtrés par le chlorure ou le carbonate de baryum, l'alcalinité des cendres est toujours faible, et inférieure à 1/2 gramme de carbonate de potassium. En outre, le déplâtrage par le carbonate de baryum introduit dans le vin des quantités appréciables de baryte, qu'on retrouve dans les cendres.

Les cendres qui renferment une quantité notable de chlorures ont un aspect fondu caractéristique.

L'addition d'alun se fait rarement seule : elle accompagne généralement la coloration par le sureau.

Pour doser l'alumine, on acidule le vin par l'acide acétique, on précipite par un léger excès d'acétate de plomb, on filtre, on enlève l'excès de plomb par l'acide sulfurique, et dans le liquide filtré on précipite par le carbonate de sodium l'alumine (et l'oxyde de fer) : si ce dernier était abondant, on le séparerait par dissolution dans la potasse et précipitation de l'alumine par le sel ammoniac. L'alumine lavée et calcinée est pesée. Un vin normal ne renferme que $0^{gr},02$ au plus d'alumine; tout vin qui en renferme plus de $0^{gr},05$ à $0^{gr},1$ devra être considéré comme aluné. Le poids de l'alumine multiplié par 9,23 donne celui de l'alun de potasse, ou par 8,82 celui de l'alun d'ammoniaque.

Parmi les agents conservateurs, on n'emploie guère que l'acide salicylique, dont nous avons décrit le mode de recherche; le borax, qui donne aux cendres un aspect fondu, et se recherche par la coloration verte de la flamme, en traitant les cendres par l'acide sulfurique et l'alcool; enfin l'acide sulfureux, qui se retrouve comme dans la bière (table 373).

L'addition d'acide sulfurique libre se fait fréquemment, et ne peut se prouver que si, en l'absence de l'alunage, la teneur des cendres du vin en acide sulfurique est inférieure à la quantité trouvée par le dosage direct sur le vin. En outre, il y a lieu de rechercher l'arsenic que renferment toujours les acides commerciaux.

L'addition d'acide tartrique se décèle par le dosage de l'acide tartrique libre (**362**, 12°), dont les vins ne renferment que des quantités très faibles, et seulement si les raisins dont ils proviennent n'étaient pas mûrs.

Les additions de cidre et de poiré se reconnaissent d'une part à l'odeur de l'alcool distillé, d'autre part à l'insuffisance du tartre et à la richesse en acide malique.

Enfin il y a lieu de rechercher l'acide oxalique, introduit par les fleurs de *Bassia latifolia*, qui servent à faire une piquette grossière dans le genre des vins de raisins secs, ou bien par les baies de phytolacca, employées à colorer le vin. Le vin traité par le chlorure de

calcium et l'acide acétique laissera déposer l'oxalate de calcium, qui sera rassemblé sur un filtre et pesé.

(364) *Étude de la matière colorante.*

La marche sommaire donne déjà des indications utiles sur le groupe de matières colorantes à rechercher spécialement.

Si, par exemple, la réaction *b* est suspecte, et qu'il y ait lieu de procéder à la recherche d'un dérivé basique du goudron de houille, on prend 150 cc. de vin suspect et on les sature par un léger excès d'eau de baryte, ou avec une solution aqueuse de potasse ou de soude, de manière à rendre la liqueur complètement alcaline. La nuance du précipité obtenu avec l'eau de baryte peut, jusqu'à un certain point, fournir un indice sur les matières colorantes autres que celles qui dérivent de l'aniline et qui sont employées à colorer les vins, campêche, cochenille, etc.; puis on ajoute 25 à 30 cc. d'éther acétique ou d'alcool amylique, on agite et on laisse reposer. On décante l'éther, ou alcool amylique, on filtre et on évapore rapidement en présence d'un fil de laine ou d'un mouchet de soie composé de quelques fils de soie (3 ou 4 au plus).

La liqueur éthérée ou l'alcool amylique prend le plus souvent une coloration plus ou moins rosée, surtout si l'on n'a pas ajouté au vin un trop grand excès de baryte; il est bon de s'arrêter quand le précipité devient vert. La coloration rosée, très sensible surtout avec l'alcool amylique, s'aperçoit très aisément lorsqu'on regarde horizontalement la surface de séparation du vin et du liquide ajouté.

Le passage de la solution éthérée à travers un papier à filtre a pour but d'enlever toutes traces de liqueur-mère aqueuse qui pourrait masquer ou modifier la teinte déposée sur le tissu.

Lorsqu'on a obtenu sur la laine ou sur la soie une coloration rouge, il suffit, pour distinguer si cette teinte est fournie par la rosaniline ou la safranine, de verser sur le tissu quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré. La rosaniline se décolore et donne une nuance feuille morte; l'eau en excès ramène la couleur primitive. La safranine passe, dans les mêmes conditions, au violet, au bleu foncé, et enfin au vert clair. En ajoutant peu à peu de l'eau, les mêmes phénomènes de coloration se reproduisent dans l'ordre inverse; enfin, une plus grande quantité d'eau régénère la couleur primitive.

La safranine et quelques autres matières colorantes dérivées du goudron ayant peu d'affinité pour la laine, il est bon de faire les essais de teinture : 1° avec la laine; 2° avec la soie.

Les violets solubles dans l'eau donnent, par le même réactif, une coloration bleu-verdâtre, puis jaune; l'eau en excès donne une solution violette.

La mauvaniline fournit, avec l'acide chlorhydrique, une nuance d'abord bleu-indigo, puis jaune, plus feuille morte que celle produite avec la rosaniline; l'eau en excès fait virer la solution au violet-rouge.

La chrysotoluidine ne se colore que très peu par l'acide chlorhy-

drique ; pour la caractériser, il suffit de faire bouillir la solution ou le tissu teint avec un peu de tuthie ou poudre de zinc : les bases donnent des leucodérivés incolores, tandis que celui qui est produit par la chrysotoluidine se colore au contact de l'air.

Le brun d'aniline (brun de phénylène-diamine) se fixe directement sur le tissu avec une couleur jaune-rouge ; au contact de l'air ou avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu, la nuance vire au brun-rouge foncé. La solution acétique un peu concentrée teint également en brun-rouge ; en solution étendue, la nuance qui se fixe est brun-jaune.

Enfin ajoutons, en terminant, que, pour distinguer la rosaniline et autres similaires d'avec la cochenille, il suffira de verser quelques gouttes d'hydrosulfite de sodium : les sels de rosaniline sont entièrement décolorés, tandis que la teinte rose de la cochenille n'est détruite que très lentement.

Si l'essai *c* donne une coloration, on opère de même sur 100 à 150 cc. de vin, ou sur le résidu de la distillation de l'alcool ; on ajoute un petit excès d'ammoniaque, jusqu'à virage complet, puis 30 cc. d'alcool amylique. On agite, on laisse les couches se séparer, on décante la couche inférieure, on lave l'alcool avec un peu d'eau, on le filtre et on l'évapore de préférence dans le vide, ou au bain-marie, avec quelques centimètres cubes d'eau, une goutte d'acide acétique et un mouchet de soie. On caractérise alors les dérivés azoïques, qui colorent l'alcool amylique en orange ou en rouge, soit sur le mouchet, soit sur la couleur déposée sur les parois de la capsule, au moyen d'une goutte d'acide sulfurique concentré. Si la teinture est rose et que l'acide sulfurique donne une coloration bleue, verte ou violette, on a affaire au rouge de Biebrich ; si la teinture est grenat, c'est du bordeaux ou de la roccelline.

Enfin si l'alcool amylique est violet, et le vin également, il y a lieu de rechercher l'orseille, en agitant directement le vin avec de l'éther ; on décante et on traite l'éther par l'ammoniaque, qui donne une coloration violette,

Si le vin devient violet, sans colorer l'alcool amylique, il y a lieu d'agiter en liqueur acide avec l'éther acétique ou l'alcool amylique, et de rechercher la coralline rouge, ou la cochenille, par le spectroscope.

Le campêche peut se confondre avec ces diverses couleurs ; on le reconnaît à ce que, en agitant le vin avec l'éther, celui-ci se colore en jaune et donne un liquide rouge par l'ammoniaque : de plus, le vin vire au violet par le bichromate de potassium.

Le fernambouc se comporte à peu près comme le campêche.

Dans les mêmes conditions, le vin colore quelquefois l'éther en rouge, mais l'ammoniaque fait virer cette couleur au jaune-orange.

Le dérivé sulfoconjugué de fuchsine est incolore en liqueur alcaline ; il n'est précipité ni par les sels de mercure, d'alumine ou de baryte, ni par le sous-acétate de plomb ; l'eau oxygénée ne le détruit que très lentement ; enfin le borax ne le fait virer que lentement, et la couleur rose du liquide persiste assez longtemps.

Quant aux réactions qui permettent de distinguer entre elles les couleurs végétales, la distinction étant souvent très difficile, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Gautier (*la Sophistication des vins*), et nous indiquerons seulement quelques caractères certains de ces colorants. Le phytolacca donne avec l'alun et le carbonate de sodium une liqueur lilas ou rose, qui est décolorée par l'ébullition ou par l'eau de chaux. Le vin coloré au phytolacca est coloré en violet par le carbonate de soude et l'ébullition détruit cette couleur. De plus le vin falsifié avec ce produit renferme de l'acide oxalique.

Le sureau et l'hièble sont très difficiles à distinguer l'un de l'autre. Les réactions qui les distinguent du vin sont les suivantes : laque bleue par l'alun et le carbonate de sodium, coloration gris-fer par le carbonate de sodium bouillant, teinte bleue ou violette par l'acétate d'alumine. Cette dernière réaction appartient aussi au troène, à la myrtille et à la mauve noire.

Pour reconnaître ces deux derniers produits, on dilue 2 cc. de vin de 18 cc. d'eau, et on ajoute 6 cc. de sulfate de cuivre à 10 pour 100. La plupart des vins purs sont décolorés : la mauve noire, la myrtille et les mûres sauvages des haies donnent une coloration bleue ou violette.

(365) *Vinaigres.*

Le vinaigre se prépare avec du vin ou d'autres liquides alcooliques, soumis à la fermentation acétique, ou bien en diluant l'acide acétique provenant de la distillation du bois.

Son analyse comprend les déterminations suivantes :

Densité. — A l'aide d'un densimètre donnant le millième. Elle doit varier de 1,018 à 1,020 pour les bons vinaigres.

Acidité. — On la détermine par liqueur titrée, en présence de la phtaléine du phénol : si on opère sur 10 cc. de vinaigre dilués, en se servant de la soude normale, le nombre de centimètres cubes multipliés par 6 donne l'acidité en grammes d'acide acétique par litre; ou par 4,9, en acide sulfurique hydraté par litre. Les vinaigres de vin renferment de 55 à 90 grammes d'acide acétique par litre.

La liqueur acétimétrique de Réveil se prépare avec 45 grammes de borax et un peu de soude caustique dans un litre d'eau colorée par du tournesol : 20 cc. saturent 4 cc. d'acide normal de Gay-Lussac.

Dans l'acétimètre on verse 4 cc. de vinaigre jusqu'au trait O, puis la liqueur de borax jusqu'à la coloration rouge vineuse : la graduation donne le nombre de kilogrammes d'acide cristallisable dans un hectolitre de vinaigre.

Extrait et cendres. — On les détermine comme pour les vins.

Tartre et matières réductrices. — On évapore presque à sec 100 cc. de vinaigre; on reprend le résidu par l'eau de manière à rétablir le volume de 100 cc.

Sur 20 cc. on dose le tartre comme pour les vins; le restant est décoloré au noir et examiné au polarimètre, puis titré au Fehling.

Falsifications. — Les vinaigres de vin renferment de 13 à 20 grammes d'extrait, et le rapport de l'acide acétique à l'extrait est de 4,5 à 5. Si le rapport est plus élevé, il y a addition de vinaigre d'alcool ou d'acide acétique.

Les vinaigres de cidre et de poiré laissent peu d'extrait, ne renferment pas de tartre, mais de fortes quantités de malates, et l'extrait a des caractères spéciaux de goût et d'odeur.

Le vinaigre de bière est faible en acide, très riche en extrait et en dextrine : son extrait sent le malt et le houblon; il ne renferme pas de tartre.

Le vinaigre de glucose contient un excès de glucose, de la dextrine et des sels minéraux, pas de tartre.

Enfin le vinaigre d'acide pyroligneux ne donne ni extrait, ni cendres, ni tartre : celui que l'on fait avec l'acide mal purifié décolore le permanganate et se colore en rose par l'aniline (réaction du furfurol).

On dose l'acide tartrique ajouté comme dans le vin, sur le produit de l'évaporation du vinaigre redissous dans l'eau qui sert au dosage du tartre.

Les acides minéraux se reconnaissent en chauffant pendant une demi-heure 100 cc. de vinaigre avec $0^{gr},05$ de fécule ou d'amidon, puis essayant après refroidissement par l'eau iodée, qui ne donne plus de coloration bleue s'il y a des acides minéraux.

On recherche l'acide sulfurique libre en évaporant au bain-marie 50 cc de vinaigre; le sirop est repris par 50 cc. d'acool absolu, filtré, évaporé dans le vide, et dans le résidu redissous dans l'eau on recherche et on dose l'acide sulfurique (les sulfates étant insolubles dans l'alcool).

On recherche par le même procédé l'acide phosphorique.

Acide chlorhydrique. — On distille 100 cc. de vinaigre en condensant le liquide qui distille; une goutte de nitrate d'argent indique si le vinaigre contient de l'acide chlorhydrique libre. — Le vinaigre contenant rarement plus de $0^{gr},1$ par litre de chlore, un dosage de chlore mettra sur la voie de la falsification.

Acide nitrique. — On chauffe le vinaigre avec son volume d'acide sulfurique concentré, en présence d'une lame ou de tournure de cuivre; s'il y a dégagement de vapeurs nitreuses, c'est que le vinaigre contient de l'acide nitrique.

Enfin les matières âcres se reconnaissent très bien à l'odorat et au goût dans le produit de la saturation du vinaigre par un alcali.

(366) *Dosage de l'acide acétique cristallisable.*

On détermine approximativement le point de solidification de l'acide, en en congelant quelques centimètres cubes dans un tube à essais, que l'on refroidit en le plongeant dans un verre à pied contenant un mélange réfrigérant (table 112); quand l'acide est pris, on le sort du mélange, et on prend son point de fusion avec un thermo-

mètre, lorsqu'il est fondu à moitié. Puis on le remet dans le mélange réfrigérant afin d'avoir des germes de cristaux.

On refroidit ensuite une autre portion d'acide à 1 degré au-dessous du point déterminé comme il vient d'être dit; on y projette un fragment de cristal d'acide solide, et avec un thermomètre donnant le dixième de degré, on prend le point exact de solidification de l'acide. La table suivante donne alors la quantité d'eau ajoutée à 100 parties d'acide cristallisable (à 100 pour 100), dans le mélange constituant l'acide examiné.

Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.	Eau °/₀.	Température.
0	+16,7	5	+9,4	12	+2,7
0,5	15,9	6	8,2	15	—0,2
1	14,8	7	7,1	18	2,6
1,5	14	8	6,2	21	—5,1
2	13,2	9	5,3	24	7,4
3	12	10	4,3		
4	10,5	11	3,6		

Bien entendu, l'acide doit être pur et exempt d'acide sulfurique, d'alcool et de sels, notamment d'acétate de sodium ou d'ammonium.

(367) *Analyse de cidres purs.*

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Alcool o/o en volume	6	5,2	4,4	3	1	2,6	2,8
Extrait à 100°.....	51,6	30,9	61,3	53,2	69,7	10,7	40,1
Extrait dans le vide.	60,1	37,6	72,7	60,8	82	14,4	48
Cendres.....	3,5	2,5	3	2,6	2,54	1,45	1,98
Carbonate de potass.	2,23	»	1,40	1,8	1,51	1,12	1,3
Acidité du cidre.....	3,9	7,5	4,9	3,5	2,9	2.93	3,2
— du résidu sec.	2,7	4.4	2,9	2,9	1,2	1,32	1,8
Sucre.....	20	7,5	37	16,5	36	1,5	14

I Cidre pur 1877, fruit des côtes, Bois-Guillaume près Rouen.
II Cidre pur 1876, fruit de masure, Yvetot.
III Cidre pur 1878, fruit de plaines, Yvetot.
IV Cidre pur, gros cidre 1880, environs de Bayeux.
V Cidre marchand non complètement fermenté.
VI Boisson de ménage, vendue chez les débitants. Yvetot 1878, mouillé.
VII Boisson de ménage des particuliers aisés. Yvetot 1878. mouillé.

(368) *Marche de l'analyse des cidres.*

L'alcool, les deux extraits, l'acidité, le sucre et les cendres se dosent comme dans le vin.

Le carbonate de potassium se détermine en reprenant par l'eau les cendres pesées, et saturant par un acide titré le sel alcalin.

On peut admettre que le cidre renferme en moyenne :

Alcool	5 à 6 % vol.
Extrait (sans le sucre réducteur)	30gr par litre.
Cendres	2gr,7 —

et qu'il renferme au minimum :

Alcool	3 % vol.
Extrait	18gr par litre.
Cendres	1,7gr —

Tout liquide dont la composition sera inférieure à celle de ces nombres sera considéré comme sciemment mouillé et devra être vendu sous le nom de boisson.

(369) *Falsifications du cidre.*

La dégustation donne, pour le cidre comme pour le vin, de précieuses indications.

Mouillage. — L'appréciation du mouillage peut se baser assez exactement sur les chiffres que nous venons de donner. Dans le cas de vinage, le rapport entre l'alcool, l'extrait et les cendres est modifié; or ce rapport est presque aussi constant que dans les vins. On peut considérer comme vinage l'addition de sucre pur avant la fermentation.

Addition de glucose. — Le glucose ajouté dans le cidre introduit de l'alcool produit par sa fermentation, et, en outre, de la dextrine infermentescible. On le recherche comme dans les vins, soit par la dialyse, soit par la méthode de Neubauer.

On doit également rechercher cette saccharose par interversion; cette saccharose provient souvent de l'addition de mélasse ou de tranches de betteraves à l'eau qui sert à mouiller le cidre : dans ce dernier cas, le cidre renfermera des nitrates et des chlorures en forte proportion; le cidre pur renferme peu de chlorures.

Recherche des agents de conservation. — On emploie surtout l'acide salicylique et les sulfites. On les recherche comme dans la bière.

Matières colorantes. — Le cidre mouillé est rehaussé par la cochenille ou la nitrorhubarbe : dans ce cas, il se colore en violet par l'addition d'ammoniaque. Le coquelicot donne avec l'alun et le carbonate de potassium une laque rouge vif soluble dans un excès de réactif. Le caramel se décèle par la paraldéhyde.

Métaux toxiques. — On opère comme pour la bière.

(370) *Bières anglaises.*

		Ale d'Écosse.	Porter de Londres.	Ale d'exportation.	Porter de Dublin.
Alcool	% de bière	5,8	5,2	7,3	4,7
Extrait	% de bière	10.5	6,4	5,9	6.0
Cendres	% de bière	0,32	0,32	0,35	0,37
Silice	% des cendres	5,2	10,0	9,9	15.9
Potasse	% des cendres	23.5	20,9	19,4	19,5
Soude	% des cendres	38,0	33,4	37,1	36,0
Chaux	% des cendres	1.1	2,8	1,2	1,4
Magnésie	% des cendres	1,2	0,3	0,5	0,7
P^2O^5	% des cendres	22,0	18,2	19,1	16,2
SO^3	% des cendres	2,7	6,5	5,9	4.1
Chlore	% des cendres	6,1	7,7	6,5	5,5
Cendres, % de l'extrait		4.9	8,0	8,6	6,1

(371) *Bières bavaroises.*

		Bockbier blanche (1).	Bière blanche.	Bockbier brasserie royale.	Bière d'été Brasserie Lœwen.	Bière d'été.
Alcool		4,5	3,5	5,1	3,0	3,9
Extrait		4,6	4,8	7,85	6,0	5.0
Cendres		0,18	0,15	0,28	0,25	0,25
Matières albumineuses		0,39	0.55	0.85	»	0,45
Silice	% des cendres	10,0	8,0	12,45	14,0	14,12
Potasse	% des cendres	25,0	34,6	29,30	29,0	34.0
Soude	% des cendres	20,0	4,2	1,95	0,1	0,5
Chaux	% des cendres	2,6	3,0	2,35	6,0	3,0
Magnésie	% des cendres	0,4	0,7	12,0	7,7	8,5
Fe^2O^3	% des cendres	0,4	0,5	1,0	0,8	0,2
NaCl	% des cendres	6,5	5,0	4,65	6,0	6 0
P^2O^5	% des cendres	26,6	30,0	34,2	29,3	32,0
SO^3	% des cendres	6,0	5,2	1,3	5,0	2,8

1. Froment, fermentation superficielle, brasserie royale.

(372) *Bières belges.*	Alcool.	Extrait.	Sucre.	Dextrine.	Cendres.
Lambick brass. Pegquet, 1839	7,7	5,65	1,06	2,50	0,35
— — 1869	6,20	2,07	0,32	0,73	»
— — 1873	5,94	3,30	0.48	1,74	0,31
— brass. Bock frères, 1871	6,38	4,47	0,66	1,86	0,40
Faro brasserie Begquet.	4,32	5,15	0,71	2.90	0,29
Bière d'orge de Thilrode.	4,99	2,90	0,48	2,05	»
Bières diverses.					
Schwechat, 3 mois.	3,6	6,0	0,96	3,40	0,21
Gruber Bockale, Strasbourg.	6,2	6,5	1,5	4,06	0,228
Hatt Espérance, —	5	7,59	1,16	4,72	0,232
Brasserie Perle, —	5,8	9,84	2,39	3,64	0,293
Tantonville, conserve.	6	6,0			0,32
Pilsen, 6 mois.	3,7	4,8	0,67	2,70	0,20

(373) *Analyse de la bière.*

Densité. — La densité doit être déterminée à la température de 15° avec un densimètre donnant directement le dix-millième.

Alcool. — L'alcool se dose par distillation comme dans les vins ; pour éviter la mousse, on agite préalablement le liquide dans un flacon rempli au tiers, et à plusieurs reprises, en ôtant ensuite le bouchon pour en expulser l'acide carbonique. L'alcool recueilli doit rappeler l'odeur du moût et non celle du houblon. Lorsque la première odeur ne domine pas, on peut être certain que la bière a été faite avec du glucose. L'odeur du résidu aqueux offre aussi une grande importance pour mettre sur la voie de la falsification. L'alcoomètre doit indiquer le 10° de degré.

On ne peut se servir de l'ébullioscope pour déterminer l'alcool, les chiffres obtenus avec cet appareil étant trop élevés.

Il est pratiquement sans importance de neutraliser la bière avant la distillation, sauf pour les bières belges; cette saturation de la vinasse empêche de tirer les indications de l'odeur du produit distillé.

Extrait. — On évapore au bain-marie, vers 70°, 20 cc. de bière dans une capsule à fond plat, de manière à avoir une grande surface, et l'on dessèche le résidu jusqu'à poids constant. Si l'on ne prend pas la précaution d'opérer dans une capsule plate, il faut porter, à la fin de l'opération, la température de 110 à 115°; mais ce procédé est peu recommandable.

On peut aussi opérer ainsi qu'avec les vins, en admettant le terme de 8 heures comme suffisant.

On peut encore doser l'extrait de la manière suivante : On retranche de la densité de l'eau, soit 1000, la densité de l'alcool aqueux de

même degré alcoolique que la bière examinée, et on ajoute à ce chiffre la densité de la bière; la somme donne la densité de la bière privée d'alcool. Comme elle ne contient guère que du glucose et de la dextrine, on peut obtenir avec une table calculée à cet effet une approximation suffisante de la teneur en extrait sec.

Extrait o/o	Densité.	Extrait o/o	Densité.
2	1.0080	10	1.0404
3	1.0120	11	1.0446
4	1.0160	12	1.0488
5	1.0200	13	1.0530
6	1.0240	14	1.0578
7	1.0281	15	1.0614
8	1.0322	16	1.0657
9	1.0363	17	1.0700

Densité des solutions de dextrine.

Dextrine o/o.	Densité.	Dextrine o/o.	Densité.
2,5	1.0097	15	1.0573
5	1.0193	17,5	1.0669
7,5	1.0288	20	1.0776
10	1.0383	22,5	1.0863
12,5	1.0479	25	1.0958

Pour la densité des solutions de glucose, voyez table **296**.

La bière doit renfermer au minimum 3 % d'alcool en volume, et 35 gr. par litre d'extrait, donnant 1 gr. 5 de cendres. Au-dessous de ces limites, elle devra être vendue sous le nom de *petite bière* ou *boisson*.

Glucose, dextrine et matières albuminoïdes.—On évapore au bain-marie à consistance sirupeuse 50 cc. de bière; on délaie le sirop dans 2 à 3 cc. d'eau et on verse ce liquide dans 100 cc. d'alcool à 90 %; on lave le vase avec de l'alcool au même degré, et l'on filtre sur un filtre taré pendant que le précipité est encore floconneux.

On pèse le résidu séché, et on le divise en deux parts : la première est incinérée, et fournit le poids des sels insolubles dans l'alcool, c'est-à-dire de presque tous les sels de la bière; la deuxième est introduite dans un tube à combustion, et on y dose l'azote par les méthodes connues (tables **146** et **336**); ce poids sert à calculer la matière albuminoïde en se fondant sur ce que cette dernière renferme 15,5 % d'azote; en multipliant par conséquent le poids de l'azote obtenu par 6,5 (exactement 6,452), ou bien celui de l'ammoniaque par 5,3, suivant que l'on emploie le procédé de Dumas ou la chaux sodée, et ramenant le chiffre trouvé au poids du précipité total, on aura la quantité p. 100 de la matière albuminoïde; en retranchant ce poids et celui des cendres du poids du précipité on aura la quantité p. 100 des dextrines et des gommes. Les dextrines que renferme la bière sont peu étudiées; nous comprenons sous ce nom les corps

intermédiaires entre l'amidon et le glucose, non dialysables, insolubles dans l'alcool, et dextrogyres; la coloration par l'iode est un caractère particulier de quelques-uns de ces corps.

La liqueur alcoolique dont il a été question plus haut est distillée, et le résidu additionné d'eau, puis évaporé pour chasser les dernières traces d'alcool; on redissout dans l'eau, de manière à faire 100 cc., et on dose le glucose dans le liquide coloré au moyen de la liqueur de Fehling, ou bien on décolore par le sous-acétate de plomb ou le noir animal et on dose le glucose (table **301**) au polarimètre.

Les bières renferment d'autant plus de matières albuminoïdes qu'elles sont plus jeunes. Les bières de garde contiennent à peu près parties égales de dextrine et de sucre; les bières fermentées complètement ne renferment plus que des traces de sucre.

On peut aussi doser le glucose par fermentation : 100 p. de glucose donnent en moyenne 50 p. d'alcool absolu. La dialyse sépare aussi le glucose de la dextrine. Enfin on peut doser le glucose dans le résidu de la distillation de l'alcool, en décolorant et titrant par le Fehling. — La bière renferme de la glucose et de la maltose.

Glycérine. — On évapore à sec dans le vide 300 cc. de bière et l'on malaxe le résidu avec de l'éther de pétrole[1]. On ajoute de la baryte au résidu, on évapore de nouveau dans le vide et on épuise par un mélange de 200 cc. d'éther pur et anhydre et de 200 cc. d'alcool absolu; enfin on évapore la solution éthéro-alcoolique et on maintient le résidu pendant 24 heures sur l'anhydride phosphorique dans le vide; il est formé généralement de glycérine pure et peut être pesé directement.

Acides. — On fait bouillir 100 cc. de bière au réfrigérant ascendant pour chasser l'acide carbonique; on étend d'eau à 200 cc.; et sur 100 cc. du liquide, on dose l'acidité totale en prenant comme indicateur la phtaléine du phénol ou l'acide rosolique. Les autres 100 cc. sont évaporés, au bain-marie, à consistance sirupeuse, en ajoutant ensuite de l'eau et répétant plusieurs fois l'opération pour chasser tout l'acide acétique; puis on redissout dans l'eau et on titre de nouveau; on a ainsi l'acide lactique et, par différence avec le premier chiffre, l'acide acétique.

On exprime généralement l'acidité en centimètres cubes de soude normale (t. **213**) saturés par 100 cc. de bière, ou en grammes de H^2SO^4 par litre. Le rapport des acides fixes aux acides volatils est normalement de 30 à 1, sauf pour les bières belges; 100 cc. exigent d'habitude 12 à 25 cc. d'alcali normal-décime, soit 1,2 à 2,5 d'alcali normal.

Acide carbonique. — Ce dosage peut se faire facilement par perte de poids. On place 250 cc. de bière dans un ballon que l'on chauffe de 70 à 80°. Les gaz se dessèchent en passant sur du chlorure de calcium qui retient l'eau et l'alcool.

1. On l'obtient en agitant des pétroles légers avec de l'huile d'olive, décantant la couche supérieure, distillant et recueillant tout ce qui passe avant 60°.

Cendres. — Il faut incinérer le résidu d'au moins 250 cc. de bière.

Acide phosphorique. — On le dose à l'urane par le procédé habituel (table **328** et **334**), directement dans 100 cc. de bière. Sa proportion varie peu dans la bière normale; on en trouve par litre 0gr,5 pour les petites bières, 0,6 à 0,8 pour les bières d'exportation, 0,8 à 0,9 pour le bockbier bavarois.

Alcalis. — Il est rare que l'on ait à se préoccuper de la proportion des alcalis; ce n'est que lorsqu'il s'agit de reconnaître les bières faites avec des succédanés de l'orge que l'on trouve ainsi quelques indications. Le dosage se fait par les procédés ordinaires de l'analyse quantitative.

Plusieurs bières anglaises renferment jusqu'à 0gr,7 par litre de chlorure de sodium, provenant, paraît-il, des ingrédients employés.

Les dosages les plus importants sont ceux de l'alcool, de l'extrait, des cendres, de l'acidité totale et de l'acide phosphorique.

(374) *Recherche des falsifications.*

Succédanés du malt. — Le dosage des cendres et celui de l'acide phosphorique montreront l'addition d'autres matières féculentes. Le glucose commercial renfermant toujours des sels alcalins, chlorure ou sulfate de sodium ou de magnésium, on retrouvera un excès notable de ces sels dans les cendres, dont la proportion sera augmentée. Les sirops de glucose contiennent habituellement 5 grammes de sels par kilogramme.

Succédanés du houblon. — Le principe amer du houblon est précipité par le sous-acétate de plomb; si le liquide filtré et débarrassé de l'excès de plomb est encore amer, on peut présumer une addition de matières amères étrangères au houblon.

Voici la liste des substances généralement employées pour donner de l'amertume à la bière :

Acide picrique.	Quassia amara.	Noix vomique.
Fiel de bœuf.	Saule et Salicine.	Buis.
Aloès.	Cubèbe.	Mousse d'Islande.

Pour leur recherche (méthode de Wittstein), 1 litre de bière est évaporé à une douce chaleur à consistance sirupeuse, puis le sirop introduit dans une éprouvette à pied et additionné de 5 volumes d'alcool à 95 pour 100. On remue souvent avec une forte baguette de verre pendant 24 heures. On décante l'alcool qu'on remplace par une nouvelle quantité, enfin on réunit les deux liqueurs alcooliques, on filtre et on distille au bain-marie.

a. Une petite portion de l'extrait alcoolique est additionnée de 3 parties d'eau, et dans le liquide, au bain-marie, on met un bout de laine. Après 1 heure, on le retire et on le lave à l'eau; on vérifie si la couleur jaune qu'il a prise est de l'*acide picrique*, par le sulfhydrate d'ammonium (table **407**), qui doit faire virer au rouge.

b. Le reste de l'extrait est agité assez longtemps avec 6 parties de benzine pure. On décante celle-ci, on la remplace par une nouvelle

portion, on réunit les deux liquides et on les distille. Il reste un vernis qu'on partage entre trois capsules de porcelaine. Dans la première, on verse quelques gouttes d'acide nitrique d'une densité de 1,35; s'il y a coloration rouge : *brucine;* dans la deuxième, de l'acide sulfurique concentré ; coloration violette : *colocynthine;* à la troisième, on ajoute un cristal de bichromate de potassium et de l'acide sulfurique; une coloration pourpre indique la *strychnine.*

c. Le sirop non dissous par la benzine est chauffé au bain-marie pour expulser le carbure et agité avec de l'alcool amylique pur; si ce dernier se colore en jaune ou en rose vineux et est amer, on laisse évaporer une petite quantité de la solution sur une plaque de verre à la température ordinaire; s'il y a des cristaux, on a affaire à la *picrotoxine;* si le résidu est résineux, coloré et sent le safran, c'est de l'*aloès.* Si on verse dans l'alcool de l'acide sulfurique, une coloration rouge vif indique la *salicine.*

d. On pompe l'alcool excédant avec des bandelettes de papier-filtre, et on agite le résidu avec de l'éther anhydre. Celui-ci enlève le *houblon* et l'*absinthine;* dans ce dernier cas l'extrait sent le vermouth, et avec l'acide sulfurique donne une coloration rouge-jaune qui passe à l'indigo.

e. Le sirop est débarrassé d'éther par distillation, puis goûté. S'il est amer, on le filtre et on ajoute une solution ammoniacale de nitrate d'argent. S'il n'y a pas réduction, l'amertume est due au *quassia;* si, au contraire, on constate une réduction, on évapore une partie de la solution dans une capsule de porcelaine et on ajoute de l'acide sulfurique; une coloration jaune-brun passant peu à peu au violet, indique le *ményanthe;* si, à froid, on n'observe pas de changement de teinte et qu'à chaud le liquide se colore en rouge carmin, il y a de la *gentiane.*

Fiel de bœuf. — Il donne à la bière une amertume prononcée; 1 à 2 grammes de fiel suffisent pour 1 litre de bière. Les matières colorantes que cette substance renferme ne colorent pas l'éther à froid.

Pour les retrouver, on évapore la bière aux deux tiers, puis on la traite encore chaude par l'alcool amylique qui dissout la presque totalité des matières colorantes de la bile, et l'on constate les caractères de celles-ci dans le résidu de l'évaporation de l'alcool.

Salicine. — L'écorce de saule et la salicine que l'on introduit quelquefois dans la bière pourront être reconnues en isolant la salicine elle-même par le sous-acétate de plomb qui ne la précipite pas, et en recherchant sa réaction principale, c'est-à-dire la coloration rouge groseille qu'elle prend au contact de l'acide sulfurique.

Méthode de Kubicki. — Cette méthode d'analyse étant fort longue, nous renvoyons au Dictionnaire de Chevallier et Baudrimont, ou bien à l'ouvrage de Bolley et Kopp; elle s'appuie sur le procédé de Dragendorff, qui consiste à agiter les solutions acides ou alcalines avec différents dissolvants.

Buis. — Le tannin précipite la buxine, qui peut se reconnaître aux caractères suivants : elle n'est colorée ni par l'acide sulfurique ni par l'acide iodique; la potasse la précipite, puis, employée en excès la

redissout : l'acide picrique et les réactifs généraux des alcaloïdes la précipitent.

Agents de conservation. — On emploie actuellement : les sulfites, le salicylate de sodium, l'acide oxalique et l'acide borique ou le borax.

Sulfites. — On emploie d'habitude le bisulfite de calcium liquide, de densité 1,07, à la dose de 1 litre par 10 hectolitres de bière. Mais on ne peut le caractériser dans la bière même, car l'extrait masque complètement les caractères habituels des sulfites.

La recherche de l'acide sulfureux s'exécute facilement en ajoutant à 50 centimètres cubes de bière 5 grammes d'acide sulfurique pur, puis en faisant passer dans le mélange un courant d'acide carbonique pur. L'acide sulfureux ainsi entraîné est dirigé dans une solution de chlorure de baryum mélangée d'eau iodée. S'il se forme du sulfate de baryum, on peut conclure à la falsification.

Acide salicylique. — La bière est traitée par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis agitée avec de l'éther bien lavé ou de l'alcool amylique ; on décante et on évapore. Le résidu repris par l'eau et additionné de perchlorure de fer très étendu donne une coloration violette caractéristique.

Si l'on veut doser l'acide salicylique, on prend 50 centimètres de bière, et on répète le traitement ci-dessus jusqu'à épuisement complet. Puis on reprend le résidu provenant de l'évaporation de l'éther par la quantité nécessaire de ce dissolvant pour redissoudre l'acide salicylique. On évapore de nouveau et on dose par liqueur titrée.

Acide oxalique. — La bière est acidulée par une petite quantité d'acide acétique, puis additionnée de chlorure de calcium, qui donne naissance à un précipité blanc insoluble dans l'acide acétique.

On emploie aussi l'oxalate d'ammonium.

L'acide *borique* (et le *borax*) ont été introduits depuis peu. On le recherche dans les cendres (table **133**).

Matières colorantes. — *Nitro-rhubarbe.* — On ajoute à la bière une petite quantité d'ammoniaque qui donnera une coloration rouge violacée ; or la bière naturelle donne dans ces conditions une coloration jaune-brun.

Le tannin décolore la bière, tandis qu'il ne précipite pas les couleurs qu'on ajoute frauduleusement. La mousse de la bière, obtenue par agitation, doit être incolore, sauf dans certaines bières brunes.

Les matières colorantes employées frauduleusement sont : le caramel, obtenu par l'action de la chaleur sur le sucre, celui obtenu avec l'acide sulfurique ; le sang de bœuf, brûlé par l'acide sulfurique ; la chicorée ; enfin, un caramel préparé en faisant cuire du glucose avec de la graisse et ajoutant du carbonate d'ammonium.

Agents de clarification. — On emploie la gélatine, les peaux de poissons ou la gélose. La mousse d'Islande cède à la bière une matière amère ; le phosphate de chaux et l'alumine se dissolvent dans le liquide et se retrouvent dans les cendres. Enfin le buis se retrouve à l'état de buxine.

Autres falsifications — *Glycérine* — Elle s'ajoute d'habitude à

...

dose élevée, 5 à 7 grammes par litre, de sorte que cette fraude est immédiatement dévoilée par le dosage de la glycérine.

L'ammoniaque se rencontre souvent à la dose de 0,05 à 0.1 gramme par litre. On ajoute fréquemment, dans un but de conservation, 30 gr. de carbonate d'ammonium par litre à la levûre.

Certaines bières blanches, surtout à Berlin, renferment de l'acide tartrique.

Examen des cendres. — Lorsqu'on trouve une quantité notable de carbonates, on peut soupçonner l'addition de carbonates alcalins, faite dans le but de saturer des bières acides.

Le cuivre, le plomb et le zinc doivent être recherchés dans les cendres. On opère sur 250 grammes de bière; les cendres sont reprises par l'eau et l'acide chlorhydrique, et une simple analyse qualitative permet de s'assurer de la présence ou de l'absence de ces métaux. Il est nécessaire d'examiner si ces métaux proviennent des appareils qui servent à fabriquer la bière, ou s'ils ont été introduits par suite du mauvais état des tuyaux de débit résultant de la négligence du détaillant.

On trouve aussi l'alumine et l'alun dans les cendres. Dans ce cas, on dissout celles-ci dans l'acide chlorhydrique, on précipite par l'ammoniaque et on vérifie les caractères de l'alumine sur le dépôt.

L'alun s'emploie pour clarifier les bières à la dose de 40 à 50 grammes par 10 hectolitres, avant le filtrage sur les copeaux.

Section XII. — Tannins.

(375) *Dosage des tannins par le permanganate.*

Un poids déterminé de matières tannantes est épuisé par l'eau, et la solution est étendue à 1 litre. On prélève alors 40 centimètres cubes, par exemple, de la liqueur, et on précipite par un excès d'acétate de zinc dissous dans un excès d'ammoniaque. On chauffe le tout à l'ébullition et on évapore au moins au tiers du volume primitif, on laisse refroidir, on filtre pour séparer le précipité de tannate de zinc, on le lave à l'eau bouillante, puis on le dissout dans l'acide sulfurique étendu et on ajoute une solution de permanganate de potassium de titre connu jusqu'à coloration rose persistante.

Le titre de la solution de permanganate de potassium peut s'établir au moyen d'une solution de 1 gramme de tannin pur dans 1 litre d'eau. Si, par exemple, 20 centimètres cubes de cette solution de tannin exigent 10 centimètres cubes de permanganate de potassium, 1 centimètre cube de cette dernière correspondra à $0^{gr},002$ de tannin. En supposant qu'il ait fallu employer 15 centimètres cubes de permanganate pour les 40 centimètres cubes de liquide à analyser, on conclura qu'ils renferment $0^{gr},03$ de tannin, ou $0^{gr},075$ de tannin par 100 centimètres cubes. — Voir la table 89 indiquant la richesse d'une solution aqueuse de tannin à + 17°,5.

(376) *Dosage des tannins par le procédé* A. MUNTZ et RAMSPACHER.

On échantillonne la matière, on la broie et on en prend, pour une écorce de chêne ordinaire, 20 grammes ; pour les écorces riches, 10 grammes ; pour le dividivi, le kina, etc., 5 grammes ; enfin pour les matières renfermant plus de 60 pour 100 de tannin, 3 grammes. On place la poudre au fond d'une allonge effilée, munie d'un tampon de coton et posée sur une éprouvette jaugée à 100 centimètres cubes ; on tasse un peu et on verse de l'eau bouillante par petites portions, de manière à recueillir en 1 heure au moins 100 centimètres cubes de liquide. On mélange le liquide de l'éprouvette, on en prend le degré tannométrique ou la densité ; puis on l'introduit dans l'instrument par le petit orifice latéral qu'on referme de suite, et au moyen de la grande vis on comprime le caoutchouc et on force le liquide à traverser la peau. Quand on en a recueilli une soixantaine de centimètres cubes, au bout de 20 à 30 minutes, on arrête l'opération et on prend le degré ou la densité du liquide écoulé. Si l'on emploie le densimètre, la table **89** donne le degré du tannomètre correspondant. Le deuxième chiffre étant retranché du premier, la différence est la quantité de tannin pour 100.

La peau employée, sortant du travail de rivière, doit autant que possible être dépoilée à l'échauffe ; sinon, il faut la malaxer dans l'eau pour en expulser la chaux. Dans le bœuf, on choisit le flanc ; dans la vache, le flanc et la tête ; dans le veau, la tête seulement. Le morceau étant découpé, on l'exprime à la main et on le met en place.

(377) *Richesse des principales variétés de matières tannantes commerciales.* (R. WAGNER.)

	Tannin.
Galles d'Alep	60 à 77 p. 100
— de Chine	58 à 77 —
— de Smyrne	33 à 60 —
Écorce de jeune chêne	10,80 —
— ordinaire de chêne	6,25 —
— de pin	7,33 —
— de hêtre	2,00 —
Sumac 1re qualité	16,50 —
— 2e —	13,00 —
	Acide cachoutannique.
Cachou de Bombay	54,4 p. 100
— du Bengale	38,2 —
— de Gambier	36 à 40 —
	Tannin.
Valonia, 1re qualité	26,75 —
— 2e —	19,00 —
Bablah	14,50 —
Divididi	12,00 —
Écorce de sycomore	16,00 —
— d'aulne	36,00 —

Section XIII — Papiers, Fibres textiles.

(378) *Caractères distinctifs des fibres d'origine animale et des fibres d'origine végétale.*

1° Lorsqu'on brûle une partie des tissus :

Les fibres animales se boursouflent, brûlent difficilement et dégagent une odeur analogue à celle de la corne brûlée.

Les fibres végétales brûlent rapidement, laissent peu de cendres et dégagent une odeur empyreumatique.

	Soude ou potasse caustique à 8 % d'alcali poids sp. : = 1,05 ou 6°,7 Baumé.	Acide nitrique concentré.	Réactif de Schweitzer. (Table 382.)	Plombate sodique bouillant. Lessive de soude au 1/8e ou à 5° B., bouillie avec un excès de litharge et décantée.	Chlorure de zinc à 60° B.
Fibres animales.	Se dissolvent à l'ébullition. Avec la laine, col. violette par le nitroprussiate sodique.	Se colorent en jaune par ébullition.	Ce réactif dissout la soie, laisse la laine intacte.	Donnent une coloration brune avec la laine et les poils (rien avec la soie).	La soie se dissout à la température de 60°, l'eau en excès pr. à nouveau la soie. La laine n'est pas attaquée.
Fibres végétales.	Sont à peine attaquées.	Restent incolores.	Ce réactif dissout lentement le coton, le lin et le chanvre.	Ne produisent aucune coloration.	Pas attaquées.

Enfin, en plongeant dans une solution chaude d'un sel de rosaniline dissous dans l'ammoniaque (solution de rosaniline) les fibres ou tissus, passant ensuite dans l'eau de manière à enlever l'excès d'alcali, les fibres animales se teignent, tandis que les fibres végétales restent blanches.

(379) *Conditionnement.*

Le conditionnement (J. Persoz) a pour but d'établir le poids loyal et marchand des diverses fibres textiles, par le dosage de l'humidité qu'elles renferment.

Soie. — Pour conditionner une balle de *soie*, on commence par prendre son poids brut et son poids net, et au même moment on prélève, dans toutes les parties, des échantillons (d'environ 1 kilogramme ensemble) qu'on répartit en trois lots et qu'on pèse aussitôt au $^1/_2$ décigramme près.

Les deux premiers lots sont exposés, suspendus chacun au fléau d'une balance, dans des étuves à circulation d'air chauffées à 115° environ, jusqu'à ce qu'ils ne perdent plus d'humidité, c'est-à-dire aient atteint leur *poids absolu*. La moyenne des deux résultats peut servir légalement de base au calcul du poids absolu de la balle entière, quand leur différence est inférieure à $^1/_2$ pour 100. Lorsqu'elle est supérieure, on dessèche de la même manière le troisième lot et on prend la moyenne des trois opérations.

Le *poids conditionné* de la balle s'obtient en ajoutant à son *poids absolu*, établi d'après les résultats de l'expérience précédente, la proportion d'eau légale, soit à 100 parties de fibre sèche une *reprise* de 11 parties d'eau. — La balle est rendue sous toile plombée.

Tarif. — Les conditions de Paris et de Lyon font payer 2^{fr},60 pour le conditionnement de toute partie de soie inférieure à 20 kilogrammes. Au-dessus de ce poids, le droit est calculé à raison de 14 centimes par kilogramme.

Laine. — Le conditionnement de la laine s'opère de la même façon, sauf que les étuves sont chauffées entre 105° et 110° seulement, et que le chiffre de reprise légal est de 17 au lieu de 11.

Tarif. — 1° Laines peignées : 3 francs pour toute partie au-dessous de 100 kilogrammes, et 3 centimes pour chaque kilogramme au-dessus. 2° Laines filées : 4 francs pour toute partie inférieure à 100 kilogrammes, et 4 centimes pour chaque kilogramme au-dessus.

Titrage des fils. — Détermination du rapport de leur poids à leur longueur et appréciation de leur régularité.

Soie. — On dévide 20 échevettes de 500 mètres qu'on pèse à la balance de précision. La moyenne de ces 20 pesées, exprimées en grammes et fraction de gramme, représente le titre légal. Dans le commerce on a conservé l'usage du *titre ancien*, poids moyen de l'échevette de 476 mètres (400 aunes) exprimé en deniers (le denier vaut 0^{gr},0531). La condition fournit cette conversion. — *Tarif :* 2 francs.

Pour les soies retorses, *cordonnets*, *floches*, etc., ainsi que pour les *fantaisies* et *schappes*, on évalue le titre d'après le nombre de mille mètres que les fils donnent au kilogramme (*leur longueur au kilogramme*). L'épreuve ne s'effectue que sur 10 échevettes. — *Tarif :* 1 franc.

Laines, cotons. — Le titre légal des laines est la longueur au kilogramme; celui des cotons, la longueur au $^1/_2$ kilogramme.

(380) *Décreusage officiel des soies.*

On prélève une centaine de grammes de la soie à essayer. On détermine son poids absolu avant et après la cuite, et de ces données on déduit la perte pour 100. — Le décreusage s'opère en traitant la soie par deux bains bouillants de un quart d'heure, contenant chacun le quart du poids de la soie en savon blanc de Marseille, 1re qualité, suivis d'un rinçage à l'eau chaude distillée ou corrigée. — Prix : 3 fr.

(381) *Lavage des laines.*

On prélève un échantillon d'au moins 200 grammes, qu'on partage en deux lots à peu près égaux. Ces lots sont suspendus côte à côte dans une salle pendant quelques heures, puis pesés au même moment à la balance de précision. — L'un est desséché dans une étuve, où l'on détermine son poids absolu, afin d'établir par le calcul celui de l'autre. Ce dernier subit les traitements suivants, à la température de 30 à 35°: rinçage à l'eau ; passage dans une eau légèrement aiguisée d'acide chlorhydrique ; rinçage à l'eau ; passage en carbonate de sodium à 2° Baumé ; rinçage à l'eau distillée ou corrigée ; passage dans une eau très légèrement aiguisée d'acide acétique; dessiccation à l'air, puis à l'absolu dans une étuve. — Prix de l'opération : 3 francs.

(382) *Reactif de Peligot (de Schweitzer).*

On précipite par la potasse une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, on filtre et on dissout l'hydrate bleu obtenu ainsi dans 15 parties d'ammoniaque ; on filtre sur de l'amiante.

(383) *Analyse des tissus mixtes.*

1° On pèse quatre échantillons égaux de 2 grammes environ : le 1er est séché à l'étuve et pesé après reprise de l'humidité normale.

2° Les trois autres sont traités un quart d'heure par 200 cc. d'eau bouillante avec 3 pour 100 de HCl ; on fait bouillir en carbonate de soude à 4° Baumé ; on renouvelle au besoin ce traitement, et on lave à l'eau acidulée, puis à l'eau ; on dessèche le 2e échantillon et on le pèse après reprise : la différence avec le 1er donne la charge, la teinture et l'apprêt. Pour les soies chargées en noir, ajouter un peu d'acide oxalique au bain acide.

3° Les deux morceaux restants sont essorés au papier buvard et plongés 1 minute dans du chlorure de zinc bouillant (saturé avec de l'oxyde de zinc et concentré à 60° Baumé), puis lavés à l'eau aiguisée de HCl, puis à l'eau pure; un des morceaux est séché et pesé après reprise, et donne, par différence avec le 2e, la *soie*.

4° Enfin le 4e morceau, essoré au papier, est bouilli un quart d'heure avec 100 cc. de soude caustique à 8° Baumé, le résidu lavé à l'eau, séché et pesé après reprise; son poids, avec 5 pour 100 pour les pertes, donne la fibre végétale, et la différence avec le 3e poids donne la laine.

(384) *Papiers.*

Le *papier à la mécanique* encollé avec la résine renferme toujours une certaine quantité de fécule, qu'on décèle facilement au moyen d'une solution étendue d'iode, qui produit une coloration bleu d'indigo.

Pour l'examen microscopique, on fait macérer un peu de papier dans l'eau chaude, et on examine une parcelle de la bouillie : on discerne ainsi les éléments qui entrent dans ce papier

Le papier ne doit pas bleuir par l'iodure de potassium, ce qui indique la présence du chlore libre.

On mesurera également la résistance des papiers en coupant des bandes de 5 centimètres de large sur 60 centimètres de long, dont on colle les bouts à la gélatine ; on passe dans cet anneau deux baguettes, l'une qui sert à suspendre l'appareil, l'autre qui supporte un plateau de balance ; on charge de poids jusqu'à la rupture, et on ajoute aux poids marqués celui du plateau et de la baguette. Un bon papier d'impression peut supporter ainsi 30 kilogrammes.

Le *papier à la main*, encollé à la gélatine, donne à l'analyse une certaine quantité d'azote. Il en est de même pour les *papiers gris non collés* renfermant de la laine ou de la soie.

Le papier ordinaire ne donne en moyenne par l'incinération que 1/2 à 3/4 pour 100 de cendres. — Au-dessus, on doit rechercher les sulfates de calcium, de baryum, de plomb, le kaolin, etc., qui sont le plus généralement introduits dans la pâte. — Le dosage se fait sur 5 grammes de papier, dans un fourneau à moufle.

Matières colorantes servant à l'azurage.

Bleu de Prusse. — N'est pas altéré par les acides ; les alcalis le décolorent.

Bleu de cobalt. — N'est décoloré ni par les acides ni par les alcalis. La cendre du papier azuré au cobalt donne avec le borax au chalumeau une perle d'un bleu très intense.

Cendres bleues. — La cendre provenant de l'incinération du papier traitée par l'acide chlorydrique, puis par l'ammoniaque en excès, donne la couleur bleue azurée des sels de cuivre.

Outremer. — Est décoloré par les acides, produit un dégagement d'acide sulfhydrique avec les acides.

Bleu d'aniline. — Le papier est traité par un léger excès de soude ou d'ammoniaque, l'acide du bleu se dissout ; en saturant par l'acide acétique, la coloration bleue reparaît.

Recherche du papier de bois. — Dans un tube à essais on introduit environ $0^{g},1$ de naphtylamine, puis quelques gouttes d'acide sulfurique et de l'eau, et on chauffe ; dans ce liquide on laisse tomber une lanière de papier à examiner. S'il contient du bois, l'examen microscopique décèle des parties colorées et jaunes provenant du bois, tandis que la fibre blanche des chiffons reste intacte.

Section XIV. — Lait.

(385) *Composition moyenne du lait de vache.*

Le lait de vache est éminemment variable dans sa composition, sui-

vant la race et l'âge de la vache, l'époque de la fécondation et du part, la nourriture; le lait du matin est plus abondant et moins riche en général que le lait du soir. Le tableau suivant résume ces variations.

Eau.....	82 à 88,5 %	Albumine.... ...	0,3 à 0,6 %
Beurre.....	2,7 à 6,5	Lactose.....	4,5 à 6,5
Caséine.....	3 à 5	Sels.....	0,6 à 0,8

Mais si le lait est mélangé, par exemple, qu'il représente le produit d'une ou de plusieurs étables, les différences individuelles s'effacent, et le lait ne s'écarte pas sensiblement de la composition suivante:

Extrait 134 grammes, Beurre 42 grammes.

Nous ferons seulement une exception pour les vaches de race hollandaise, qui donnent au moins :

Extrait 120 grammes, Beurre 32 grammes.

mais dont le rendement en quantité est par contre plus considérable.

Si l'on déduit le beurre de l'extrait, le reste varie entre 80 et 110 grammes par litre, en moyenne 90 à 95 grammes.

Le lait donne de 10 à 14 pour 100 de crème, renfermant de 20 à 70 pour 100 de beurre. Le lait bouilli s'écrème mal.

Les cendres du lait sont formées presque exclusivement de phosphates et de chlorures de potassium, calcium, sodium et magnésium, avec des traces de sulfates; la quantité de chlore varie de 0,8 à 1,4 gramme par litre de lait.

(386) *Essai au lactodensimètre* (QUEVENNE).

1° On verse du lait dans le crémomètre jusqu'à 1 centimètre environ du trait 0°, on y plonge le densimètre et on note le degré; ce degré, 29 par exemple, correspond à la densité 1,029, et ainsi de suite. On note ensuite la température et on fait la correction d'après la table **387**, l'instrument étant gradué à 15°.

2° On ajoute du lait jusqu'au trait 0°, et on laisse reposer 24 heures, la température étant voisine de 15°. On note l'épaisseur de la couche de crème. Chaque division indique 1 pour 100 de crème dans le lait. Il doit y en avoir de 10 à 14 pour 100.

3° On enlève la crème avec une petite cuiller hémisphérique, et on prend la densité et la température du lait écrémé. La table **387** donne la correction.

Le lait pur ne marque jamais moins de 30° ou 1,030 de densité. Cependant les laits très crémeux marquent quelquefois 26°.

Eau ajoutee.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.	Eau ajoutée.	Degré du lait pur.	Degré du lait écrémé.
—	—	—	—	—	—
0	33 à 29	36,5 à 32,5	3/10	23 à 20	26 à 23
1/10	29 à 26	32,5 à 29	4/10	20 à 17	23 à 19
2/10	26 à 23	29 à 26	5/10	17 à 14	19 à 16

(387) *Correction pour le lait.*

Degrés de l'instrument.	Lait non écrémé. Température				Lait écrémé. Température.			
	5°	10°	20°	25°	5°	10°	20°	25°
15	−0,9	−0,6	+0,8	+1,8				
20	1,1	0,7	0,9	1,9	−0,7	−0,5	+0,8	+1,7
22	1,2	0,7	1	2,1	0,7	0,5	0,8	1,7
24	1,2	0,7	1	2,1	0,9	0,6	0,8	1,7
26	1,3	0,8	1,1	2,2	1	0,7	0,8	1,8
28	1,4	0,9	1,2	2,4	1	0,7	0,9	1,9
30	1,6	1	1,2	2,5	1,1	0,7	0,9	1,9
32	1,7	1	1,3	2,7	1,1	0,7	1	2,1
34	1,9	1,1	1,3	2,8	1,2	0,8	1	2,2

Cette table indique le nombre de degrés à retrancher ou à ajouter à ceux lus sur l'instrument, suivant la température. Ainsi, un lait marquant 26° à 5° (D = 1,026), il faudra retrancher 1,3 ; le lait aura donc pour densité 1,0247, ou marquera 24,7, et on le considérera comme additionné de $^2/_{10}$ d'eau. L'indication fournie par le lait écrémé et par le crémomètre vérifiera ou contredira cette donnée.

(388) *Analyse du lait.*

Extrait. — Dans des capsules de platine de forme cylindrique et à fond plat, de 2 centimètres de haut et 7 centimètres de diamètre, on introduit 10 cc. de lait rendu homogène par l'agitation, et on évapore pendant 7 heures dans une étuve à air dont la température est maintenue à 95° par un régulateur, on laisse refroidir sous un exsiccateur et on pèse.

Cendres. — L'extrait étant pesé, la capsule est portée dans un moufle chauffé au petit rouge; après incinération complète on pèse le résidu.

Beurre et caséine. — On dilue 20 cc. de lait à 100 cc., on coagule par quelques gouttes d'acide acétique, on laisse déposer, puis on filtre sur un filtre taré, et on lave le précipité en réunissant les eaux de lavage au liquide filtré.

Le filtre est alors séché et son contenu traité par l'éther chaud dans un appareil à déplacement : par exemple celui de Gerber [1], que l'on relie à un réfrigérant ascendant pour condenser les vapeurs d'éther. On évapore l'éther, on dessèche, et on pèse le beurre restant. Le filtre et son contenu sont séchés à 100° et pesés; on incinère ensuite le tout

1. Voir la note de la table 292.

et on obtient le poids des sels insolubles ; la différence entre ce poids et celui du filtre plein et vide donne la caséine.

Lactose. — Le liquide filtré provenant du dosage précédent est soumis à l'ébullition pour coaguler l'albumine ; on filtre, on lave l'albumine, qui est séchée et pesée, et on complète 200 cc. de liquide, dans lequel on dose le sucre de lait par la liqueur de Fehling (table **301**).

On peut aussi employer la liqueur cupropotassique de Poggiale, qui se compose de :

Sulfate de cuivre....	10 gr.	Potasse caustique...	30 gr.
Crème de tartre.....	10	Eau distillée.....	200

20 cc. de cette liqueur correspondent à 0gr,20 de lactose.

(389) *Essai au lactobutyromètre.*

On verse du lait jusqu'au premier trait et on ajoute 3 gouttes d'une solution de 1 p. de potasse dans 2 p. d'eau ; on agite, on verse jusqu'au 2e trait de l'éther absolu, on agite et on verse jusqu'au 3e de l'alcool à 86°, on bouche bien et on agite. On chauffe à 43° et on lit après 10 minutes, et de bas en haut, le volume occupé par la couche de beurre ; 1° = 2gr,33 de beurre par litre, quantité à laquelle il faut ajouter 12gr,6, correspondant au beurre dissous par l'alcool éthéré.

On peut aussi préparer d'avance un mélange de : alcool à 90°, 500 cc. ; éther lavé à 66°, 500 cc. ; ammoniaque pure de densité 0,92, 5 cc. Dans le lactobutyromètre on introduit 10 cc. de lait, puis 20 cc. de mélange d'alcool et d'éther ; on bouche, on mélange, on chauffe 20 minutes à 43°, on laisse refroidir à 20° et on lit la hauteur de la couche butyreuse.

On ramène au poids par kilogramme de lait en divisant par la densité observée au lactodensimètre.

La table suivante dispense du calcul.

Degrés lus.	Beurre.	Degrés lus.	Beurre.	Degrés lus.	Beurre.	Degrés lus.	Beurre.
1	15,16	10	35,90	19	56,87	0,1	0,233
2	17,26	11	38,23	20	59,20	0,2	0,466
3	19,59	12	40,56	21	61,53	0,3	0,699
4	21,92	13	42,89	22	63,86	0,4	0,932
5	24,25	14	45,22	23	66,19	0,5	1,165
6	26,58	15	47,55	24	68,52	0,6	1,398
7	28,91	16	49.88	25	70,85	0,7	1,631
8	31,24	17	52.21	26	73,18	0,8	1,864
9	33,57	18	54,54	27	75,51	0,9	2,097

Ces nombres sont exacts si l'on suit avec soin les prescriptions de

Marchand : la potasse, l'éther et l'alcool doivent être rigoureusement mesurés et au titre indiqué.

Si l'on emploie le mélange ammoniacal dont nous avons donné la formule, il faut retrancher 3gr,50 des chiffres du tableau.

Les indications de M. Marchand se rapportent au poids de beurre par kilogramme de lait; mais, d'après M. Jungfleisch, ils se rapporteraient en réalité au litre, et il y aurait lieu de tenir compte de cette correction.

On peut ramener au poids par kilogramme le poids par litre d'une manière suffisamment approchée, en retranchant 1 gramme au poids en grammes par litre; et, si l'on prend la liqueur ammoniacale, en retranchant 4gr,50 des chiffres du tableau on a le beurre en grammes par kilogramme.

MM. Schmidt et Henneberg ont modifié le procédé Marchand, en se servant d'éther de densité 0,725 et d'alcool à 91° Tralles (table 65). On verse dans le lactobutyromètre le lait (sans aucun alcali), puis l'éther, enfin l'alcool; on chauffe 1/2 heure à 38°, on laisse refroidir à 20°, et dès que le beurre est clair, on lit le nombre de degrés. De 10 à 43 grammes, la formule est :

$$\text{Beurre en grammes par litre} = 2{,}04\,n + 11{,}35,$$

n étant le nombre de degrés. Le tableau suivant donne le poids du beurre en grammes par litre.

Degrés.	Poids.	Degrés.	Poids.	Degrés.	Poids.	Degrés.	Poids.
1	13,4	7	25,6	13	37,9	19	51,3
2	15,4	8	27,7	14	39,9	20	56,6
3	17,5	9	29,7	15	41,9	21	60,3
4	19,5	10	31,7	16	44,0	22	65,2
5	21,5	11	33,8	17	46,3	23	70,5
6	23,6	12	35,8	18	49,5	24	75,1

D'après de nouvelles déterminations, ces chiffres sont encore trop bas de 2 grammes par litre. Ce procédé, même corrigé, donnerait des résultats inférieurs à ceux de Marchand, mais il jouit d'une grande autorité en Allemagne.

(390) *Dosage de la lactose au polarimètre.*

On dilue à 1 litre 100 cc. de sous-acétate de plomb officinal, en ajoutant quelques gouttes d'acide acétique jusqu'à disparition du trouble laiteux. A 20 cc. de lait on ajoute 20 c. de solution plom-

bique ; on agite, après un moment on filtre et on examine au tube de 20 centimètres.

Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.	Degrés observés.	Lactose en gr. par litre.
1°	19,04	2°	38,07	3°	57,11
8′	21,58	8′	40,61	8′	59,66
16′	24,12	16′	43,13	16′	62,20
24′	26,65	24′	45,67	24′	64,74
32′	29,20	32′	48,21	32′	67,28
40′	31,74	40′	50,75	40′	69,82
48′	34,26	48′	53,29	48′	72,36
56′	36,80	56′	55,83	56′	74,90

2′ = 0,635 de lactose.

Si l'on emploie la division saccharimétrique, 1 degré du saccharimètre correspond à 2gr,074 de lactose par litre, et si on dédouble le lait au moyen de la solution plombique, à 4gr,15 de lactose par litre. Le tableau suivant dispense du calcul.

Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre	Degrés sacch.	Lactose en gr. par litre.
5	20,75	10	41,50	15	62,25	0,2	0,83
6	24,90	11	45,65	16	66,40	0,4	1,66
7	29,05	12	49,80	17	70,55	0,6	2,49
8	33,20	13	53,95	18	74,70	0,8	3,32
9	37,35	14	58,10	19	78,85		

(391) *Falsifications.*

Il est utile d'examiner au microscope une gouttelette des laits à analyser.

On reconnaît ainsi les fécules, la matière cérébrale, et même, avec un peu d'habitude, les émulsions huileuses et l'addition de lait bouilli.

Dans le sérum ou petit lait on retrouve les sucres étrangers, les gommes et dextrines, la gélatine, le blanc ou le jaune d'œuf, enfin les matières colorantes, que l'on retrouve comme pour le beurre après avoir évaporé le sérum dans le vide.

L'addition de colostrum se reconnaît à ce que le lait se coagule par l'ébullition.

Pour vérifier l'addition des pulpes cérébrales, on sépare la crème du lait et on l'épuise par l'éther. Le résidu d'évaporation de l'éther est traité par la potasse pure et la masse est séchée et calcinée jusqu'à fusion. On reprend par l'acide nitrique étendu, et par le molybdate d'ammoniaque. On recherche l'acide phosphorique provenant de la lécithine, dont le lait ne renferme que des quantités très faibles.

Le bicarbonate de sodium en excès se reconnaît à l'alcalinité des cendres: les cendres du lait sont alcalines (phosphates), mais ne font pas effervescence par les acides.

Le borax se décèle, comme d'habitude, par la coloration de la flamme de l'alcool, ajouté aux cendres avec de l'acide sulfurique.

On recherche l'acide salicylique dans le petit lait, en l'agitant avec de l'acide sulfurique dilué et le l'éther, puis essayant par le perchlorure de fer.

Les falsifications du lait les plus fréquentes sont le mouillage, et l'écrémage, que l'on pratique surtout en mélangeant la traite du soir, écrémée et bouillie, avec le lait du matin, et la plupart du temps avec une certaine proportion d'eau.

Le Conseil d'Hygiène de la Seine, consulté sur la question, a émis l'avis de considérer comme mouillé tout lait qui renfermerait par litre moins de 115 grammes d'extrait avec 27 grammes de beurre et 45 grammes de lactose au moins; et comme écrémé tout lait qui renfermerait moins de 27 grammes de beurre. Le mouillage se calculerait d'après la règle de trois, en se basant sur ce que le lait renferme, en nombres ronds, le chiffre moyen de 130 grammes d'extrait, dont 40 grammes de beurre et 50 grammes de lactose.

(392) *Méthode d'analyse de M. Adam.*

M. Adam se sert d'un tube particulier, renflé à une extrémité en une boule de 40 cc. et effilé à la partie inférieure que termine un robinet.

On prépare un mélange de 833 cc. d'alcool à 90° pour 100 et 30 cc. d'ammoniaque de densité 0,925; on complète 1 litre avec de l'eau et on ajoute 1100 cc. d'éther lavé à l'eau.

Dans le tube à robinet on verse 10 cc. de lait et 22 cc.. de liquide éthéré; on mélange avec soin jusqu'à ce que le liquide soit homogène, on suspend verticalement et on laisse reposer 5 à 10 minutes. On soutire alors, à 1 cc. près, la couche inférieure, dans une éprouvette jaugée de 100 cc., on roule l'appareil sur son axe, et on laisse encore reposer quelques minutes. On soutire exactement la couche inférieure dans l'éprouvette, enfin on lave l'appareil avec 20 cc. d'eau qu'on joint au lait; l'éther est versé dans une capsule en porcelaine; on lave l'appareil à l'éther; tout l'éther est réuni et évaporé; le résidu est repris par de nouvel éther qu'on évapore dans une capsule tarée dont l'augmentation de poids donne le beurre. Le

résidu de la première capsule est repris par un peu d'eau qu'on réunit au contenu de l'éprouvette; on ajoute 2 cc. d'une solution aqueuse de 15 cc. d'acide acétique cristallisable dilué à 100 cc.; on complète 100 cc. et on agite. On laisse reposer 5 minutes à 40° environ, on décante la caséine sur un filtre taré, et on récolte au sortir du filtre 80 à 90 cc. de liquide clair, dans lequel on dose la lactose par la liqueur de Fehling. Le filtre est ensuite lavé à l'eau distillée, essoré sur du papier buvard en aplatissant la matière. On sèche le tout à 100° et on pèse.

D'un autre côté, on détermine l'extrait et les cendres sur 10 cc.. On opère de même avec du lait de femme, mais on n'emploie, au lieu d'ammoniaque, qu'une goutte de soude à 36° diluée de son volume d'eau distillée; et pour précipiter la caséine, on ajoute seulement 2 gouttes d'acide acétique, en laissant reposer à une douce chaleur jusqu'à ce que le liquide soit bien éclairci.

(393) *Méthode de G. Quesneville.*

M. G. Quesneville a appliqué à l'analyse du lait les procédés densimétriques. Il appelle *caractéristique* d'un corps dissous, la densité à l'état dissous. Soit 1000 + D la densité d'une solution à 15°, E sa richesse en corps dissous : la caractéristique C est égale au quotient de E par D. Ce chiffre est assez constant dans des limites étendues de concentration, et connaissant C et D, on peut calculer E.

On détermine au dix-millième près la densité du lait, autant que possible à 15°. On prépare ensuite un lactosérum ou lait écrémé, en additionnant 250 cc. de lait d'un liquide alcalin de densité 1,000 à 15° et composé de 32 cc. de lessive de soude de densité 1,34, et de 225 cc. d'ammoniaque de densité 0,93. Le mélange de lait et d'alcali est chauffé dans un ballon, à 40° juste au bain-marie, puis versé dans un entonnoir à robinet ou dans un crémomètre de forme spéciale : après 12 heures on soutire le lactosérum et on mesure la couche de crème. On prend la densité du lactosérum, autant que possible vers 15°: entre 10 et 20° la formule de correction est — 0,145 (15 — t), additive par conséquent au-dessus de 15°.

En outre, on prépare un petit-lait en ajoutant à 100 cc de lait, 1/2 cc. d'acide acétique cristallisable et 40 cc. d'eau; on fait coaguler au bain-marie, on ramène à 15°, on complète 150 cc. et on filtre; puis on prend la densité du liquide clair. De 11 à 19°, la correction est — 0,1 (15 — t), additive au-dessus de 15°.

Ces trois densités étant déterminées, ou en remplaçant celle du petit lait par celle de la crème ou par le volume de celle-ci après tassage complet, on a tous les éléments nécessaires pour calculer la composition du lait.

La caractéristique du petit-lait est de 2,26 à 2,33 : moyenne 2,30.

En opérant comme il est dit (avec 2 volumes de lait faire 3 volumes de petit-lait), on aurait les chiffres suivants :

Densités.	Lactose.	Albumine et sels.	Densités.	Lactose.	Albumine et sels.
1,010	24,1	10,4	1,017	45,2	13,4
11	27,9	10,8	18	48,2	13,9
12	30,1	11,2	19	51,2	14,3
13	33,2	11,7	20	54,3	14,9
14	36,2	12,1	21	57,3	15,2
15	39,2	12,6	22	60,3	15,5
16	42,2	13,0	23	63,3	15,9

Le lactosérum a pour caractéristique 2,54 à 2,71 : moyenne 2,68. Cette caractéristique ne change pas par l'écrémage ou le mouillage, mais bien par l'addition de petit-lait ou de sels, par exemple du bicarbonate de sodium en quantité notable. M. Quesneville admet que l'extrait du lactosérum de vache est compris entre les valeurs suivantes :

Printemps et été, nourriture au pâturage 88 ± 4 grammes.
Automne et hiver, — à l'étable 94 ± 4 —
Vaches de race shorton, en moyenne 97 gr. été, 92 gr. hiver.
— hollandaise — 85 — 86 —

et pour le lait mélangé de Paris, en moyenne 96,5.

Si l'on adopte pour type l'un de ces extraits, que nous appellerons E, on calculera le mouillage d'un lait suspect, donnant l'extrait *e*, par la formule : mouillage pour $100 = \frac{100\,E - e}{E}$.

Enfin la caractéristique du lait entier varie avec la proportion du beurre et n'est pas influencée par le mouillage. Voici quelques chiffres pris sur des laits divers :

Lait à 72 grammes de beurre par litre	5,1
— 57 — —	4,5
— 49 — —	4,3
— 37 — —	4,0
— 34 — —	3,9
— de première traite	3,6 à 3,4
— écrémé	3,4 à 2,8
— moyen du soir des environs de Paris	4,5
— — du matin —	4,0
— — — écrémé des 2/3	3,1

Pour le mélange de lait du soir pur avec partie égale de lait du matin écrémé aux 2/3, et qui renferme environ 34 grammes de beurre par litre, la caractéristique est de 3,8 à 3,9.

Cette caractéristique équivaut à 2,68, celle du lactosérum, plus un nombre qui varie avec le richesse en beurre. Admettons maintenant

que l'on possède un lait-type, de caractéristique n, et que le lait analysé ait pour caractéristique n'. On déterminera le facteur $a = \frac{n - 2,68}{100}$ et alors l'écrémage pour $100 = 100 - \left(\frac{n' - 2,68}{a}\right)$.

Pour un lait à 130 grammes d'extrait et 40 grammes de beurre, la caractéristique est de 4,06.

Pour un lait à 120 grammes d'extrait et 32 grammes de beurre, la caractéristique est de 3,82.

La méthode que nous venons de décrire peut rendre certains services aux experts, en leur permettant d'évaluer le mouillage et l'écrémage en l'absence d'autres fraudes; elle s'appuie sur des considérations de moyennes qui sont nécessairement variables avec les habitudes et les conditions spéciales de chaque pays, les chiffres indiqués ayant été plus spécialement déterminés pour Paris, d'après les travaux de M. A. Bouchardat, du Conseil d'Hygiène de la Seine et du Laboratoire municipal de Paris.

Section XV. — Urine.

(394) *Essai des urines.*

Réaction de l'urine. — On la cherche au papier de tournesol. Si elle est alcaline, on en approche le bouchon en verre du flacon d'acide nitrique, qui développe des fumées avec l'urine ammoniacale.

Densité. — On la détermine au moyen d'un densimètre allant de 1,000 à 1,050, sur le mélange des urines recueillies pendant toute la durée du temps considéré : en général 24 heures. On note cette quantité au décilitre près. La correction due à la température est de 0,15 par degré au-dessus ou au-dessous de 15°, additive si la température est supérieure à 15°, soustractive si elle est inférieure.

Les deux derniers chiffres entiers du nombre exprimant le poids du litre en grammes, multipliés par 2, ou plus exactement 2,2, donnent le poids des matières solides en grammes par litre d'urine.

Recherche de l'albumine. — On coagule l'urine par la chaleur, avec quelques gouttes d'acide acétique ou par l'acide nitrique pur à froid. Les deux réactions doivent être faites pour caractériser l'albumine. On peut y ajouter la précipitation par le ferrocyanure de potassium en présence d'acide acétique.

Recherche du sucre. — L'urine est chauffée à l'ébullition avec de la potasse ou bien avec de la chaux éteinte (10 pour 100); la liqueur devient plus ou moins brune suivant la quantité de sucre.

Par la liqueur cupropotassique, en chauffant d'abord le réactif et ajoutant ensuite l'urine, il se fait le précipité rouge bien connu.

Par la liqueur de Lœwe : faire dissoudre 15 grammes de sous-nitrate de bismuth dans un mélange chauffé à 100° de 30 grammes glycérine, 70 cc. lessive de soude d'une densité de 1,34 et 150 cc. eau, et filtrer. On l'emploie comme la liqueur de Fehling.

Un précipité noir pur indique seul le glucose; c'est alors une réaction caractéristique et sûre. Un dépôt gris ou brun ne doit pas être considéré comme indiquant la présence du sucre.

Dosage du sucre par le polarimètre ou la liqueur de Fehling (voy. tables **300 301** et **304**).

En retranchant du poids des matières solides contenues dans les urines de 24 heures 40 grammes au début du diabète et 50 grammes quand le traitement est commencé et qu'il se produit une plus grande quantité d'urée : le reste représente sensiblement le glucose excrété.

Dosage de l'urée par le procédé Yvon. — Formule de la liqueur. lessive de soude 35 cc., eau distillée 125 cc.; ajouter brome 5 cc. 1 cc. d'azote = 2^{mg},94 d'urée, le gaz étant réduit à 0^0 et 760^{mm}, sec; 0^g,1 d'urée = 34 cc. d'azote.

Si l'on ajoute à 1 cc. d'urine 2 cc. d'une solution à 30 pour 100 de glucose ou de sucre, par exemple en lavant le haut du tube, 1 décigramme d'urée donne le chiffre théorique de 37^{cc},3, soit 1 cc. d'azote sec, ramené à 0^0 et 760^{mm} = 2^{mg},68 d'urée.

Si l'on introduit dans l'appareil 1 cc. d'urine pure, la table suivante donne la teneur en grammes d'urée par litre, l'azote étant ramené à 0^0 et 760^{mm} sec (table **53**).

Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.	Azote cc.	Sans glucose.	Avec glucose.
1	2,94	2,68	6	17,65	16,08
2	5,88	5,36	7	20,59	18,77
3	8,82	8,04	8	23,53	21,45
4	11,76	10,72	9	26,47	24,13
5	14,70	13,40	10	29,41	26,81

Recherche de la bile. — Par l'acide nitrique rouge et fumant, successivement colorations rouge, violette, puis verte.

On plonge dans 50 cc. d'urine bouillante, additionnée de 2 cc. de solution de sulfate d'aluminium à 5 grammes par litre, un peu de soie blanche qui se teint en jaune. Il suffit ensuite de la laver à l'eau : la série des échantillons colorés plus ou moins donne une idée de la marche de la maladie.

(395) *Examen des sédiments et des calculs.*

Il doit être précédé d'un examen microscopique, qui ne pourrait rentrer dans le cadre de cet ouvrage. On recueille les sédiments en décantant presque en entier après le repos l'urine claire et en se servant du dépôt avec le peu de liquide surnageant. Si les sédiments ne sont pas organisés, on chauffe un peu de liquide avec le dépôt. Les urates se dissolvent. Les cristaux non dissous sont de l'oxalate de calcium,

d'aspect caractéristique (en enveloppe de lettres), insoluble dans l'acide acétique, ou des phosphates de calcium ou de magnésium ammoniacal. Ce dernier a une forme caractéristique (cercueils) ; l'autre est amorphe ; les deux se dissolvent dans l'acide acétique. Enfin on pourrait avoir affaire à du carbonate de calcium ou de magnésium globulaire, solubles dans les acides avec effervescence, ou à de la graisse soluble dans l'éther.

Les calculs sont examinés de la même manière. On les réduit en poudre, on en calcine un fragment pour voir s'il contient de la matière organique ou s'il laisse un résidu fixe, et dans ce cas on en fait l'analyse comme d'habitude par les méthodes de l'analyse minérale. Dans le cas d'urates, on cherche d'abord l'ammoniaque par ébullition avec la potasse étendue, ensuite on les incinère et on examine le résidu. Il faut aussi rechercher l'acide oxalique dans les calculs. La cystine est caractérisée par ses cristaux hexagonaux.

Les différentes couches des calculs sont examinés séparément.

Section XVI. — Photographie.

Pour les densités des solutions, voy. les tables 69, 84, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 101, 103, 104, 105.

Pour les solubilités, la table 170.

(396) *Quantités correspondantes de divers composés d'argent employés en photographie.*

Argent.	Nitrate.	Chlorure.	Bromure.	Iodure.
1	1,574	1,328	1,741	2,176
0,6353	1	0,844	1,106	1,382
0,7523	1,184	1	1,310	1,638
0,5744	0,904	0,763	1	1,250
0,4595	0,723	0,610	0,800	1

(397) *Quantités correspondantes de divers sels d'or employés en photographie.*

Or.	Chlorure neutre.	Chlorure d'or et de potassium.	Chlorure d'or et de sodium.
1	1,542	2,1048	2,0229
0,6485	1	1,3645	1,3119
0,4751	0,7326	1	0,9611
0,4943	0,7623	1,0405	1

(398) *Quantités correspondantes de divers bromures employés en photographie.*

Brome.	Bromure ammonique.	Bromure de potassium.	Bromure de sodium.	Bromure de cadmium crist. (4*aq*).	Bromure de zinc
1	1,225	1,488	1,287	2,150	1,406
0,816	1	1,214	1,055	1,754	1,147
0,672	0,823	1	0,865	1,445	0,945
0,777	0,952	1,156	1	1,671	1,092
0,465	0,570	0,692	0,599	1	0,654
0,711	0,871	1,058	0,915	0,529	1

(399) *Quantités correspondantes de divers iodures employés en photographie.*

Iode.	Iodure ammonique.	Iodure de potassium.	Iodure de sodium.	Iodure de cadmium.	Iodure de zinc.
1	1,142	1,307	1,181	1,441	1,255
0,876	1	1,145	1,035	1,262	1,099
0,765	0,874	1	0,903	1,102	0,960
0,847	0,967	1,107	1	1,220	0,063
0,694	0,793	0,907	0,820	1	0,871
0,797	0,910	1,042	0,941	1,148	1

(400) *Règle pour le temps de pose.*

Le temps de pose nécessaire pour obtenir une bonne épreuve, au collodion humide, d'une vue panoramique au soleil, est exprimé très approximativement par la formule $t = \frac{1}{100}\frac{f^2}{d^2}$, dans laquelle f est la *distance focale principale* de l'objectif et d le diamètre de diaphragme, le tout exprimé en millimètres. On peut appeler ce temps, qui est très court, le *temps de pose unité*.

Comme on a l'habitude d'exprimer d en fonction du foyer et de dire, par exemple, d'un objectif dans lequel $f = 300^{mm}$ et $d = 10^{mm}$ qu'il est diaphragmé à $\frac{1}{30}$, il suffit d'élever la fraction inverse, c'est-à-dire 30, au carré, ce qui donne 900, et de prendre le centième de ce nombre, c'est-à-dire 9, pour avoir le temps de pose correspondant au panorama au soleil.

Lorsque la lumière est plus faible ou l'objet plus sombre, on devra multiplier *t* par un nombre que fournit un essai photométrique ou plus simplement la table suivante, due à M. Dorval.

Elle se rapporte aux glaces au collodion sec telles que cet opérateur les prépare, mais leur sensibilité est à très peu près celle des glaces au collodion humide; pour celles à l'émulsion selon le procédé Chardon, on multipliera le nombre par 2; enfin pour les glaces au gélatino-bromure, on en prendra le sixième ou même le dixième.

Le plein du jour se compte, en été, de 9 h. à 4 h.; en hiver, de 11 h. à 2 h.

Pour les reproductions d'intérieur, on devra procéder par tâtonnement, en essayant tout d'abord d'appliquer la règle suivante : multiplier les nombres qui se rapportent aux portraits près d'une fenêtre (avant-dernière ligne du tableau) par le carré de la distance en mètres de l'objet à la fenêtre.

(401) *Table de M. Dorval pour le temps de pose.*

	Soleil plein du jour.	Soleil matin et soir.	Lumière diffuse plein du jour.	Lumière diffuse matin et soir.	Temps gris et sombre.
Grande vue panoramique.....	1	2	2	4	6
Grande vue panoramique avec masses de verdure.....	2	4	4	8	12
Vue avec premiers plans, monuments blancs.....	2	4	4	8	12
Vue avec premiers plans, avec verdure ou monuments sombres. ...	3	6	6	12	18
Dessous de bois, bords de rivière ombragés, excavations de rochers, etc.	10	20	25	40	60
Sujets animés, groupes et portraits, en plein air.....	4	8	12	24	40
Sujets animés, groupes et portraits très près d'une fenêtre ou sous un abri.....	8	16	24	48	80
Reproductions et agrandissements de photographies, gravures, etc.....	6	12	12	24	50

(402) *Analyse des bains d'argent.*

Le bain, ne contenant pas de fixateur, est introduit dans une burette. On a préparé d'ailleurs une solution de sel marin renfermant 17gr.49 NaCl pur et 1 gramme environ de bichromate de potassium par litre. On verse dans un verre 10cc de cette solution, et l'on ajoute le bain d'ar-

gent, goutte à goutte et en remuant, jusqu'à production d'une couleur rouge persistante. On sait dès lors que le volume de la liqueur employée A contient $0^{gr},5$ de nitrate d'argent. D'où 100^{cc} en renfermeront x.

$$x = \frac{50}{A}.$$

Voici une table qui dispense des calculs :

Volume employé.	Azotate °/₀	Volume employé.	Azotate °/₀.	Volume employé.	Azotate °/₀.
cent. cubes.	gr.	cent. cubes.	gr.	cent. cubes.	gr.
10	5	5,00	10	3,33	15
8,33	6	4,54	11	3,12	16
7,14	7	4,17	12	2,94	17
6,25	8	3,84	13	2,78	18
5,55	9	3,57	14	2,63	19

(403) *Traitement des résidus d'argent.*

I. Vieux papiers, filtres, éponges.

On les incinère et on fond au rouge vif 100 parties de la cendre blanche avec 50 parties de carbonate de sodium desséché et 25 parties de sable quartzeux (grès).

II. Liqueurs ne contenant ni hyposulfite ni cyanure.

On les recueille dans un tonneau et on les précipite par une lame de cuivre jusqu'à ce que la liqueur ne se trouble plus par l'acide chlorhydrique. On dessèche soigneusement le dépôt et on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 25 parties de nitre. On peut aussi précipiter l'argent à l'état de chlorure par l'acide chlorhydrique ou le sel marin; bien laver le dépôt et traiter comme il est dit au n° IV.

III. Liqueurs contenant de l'hyposulfite ou du cyanure.

On les recueille dans un tonneau à l'air libre et on les précipite par le sulfure de potassium (*foie de soufre*). Il importe de ne pas en mettre un excès, on s'arrêtera donc quand une portion de la liqueur bien remuée ne précipitera plus par quelques gouttes de réactif. Au bout de quelques jours on décante, on recueille le dépôt de sulfure impur et mêlé de soufre, on le sèche et on chasse le soufre par le nitre de l'une des façons suivantes :

On grille le dépôt à l'air au rouge sombre, dans une terrine plate, en remuant constamment, on laisse refroidir, on mêle le résidu à la main avec du nitre (poids égaux) et on projette le mélange par petites portions dans un creuset rouge, on finit par un fort coup de feu pour agglomérer le métal. On peut négliger le grillage et mêler avec précaution et à la main le sulfure sec avec 3 fois son poids de nitre; on projette le mélange par très-petites portions dans le creuset.

On peut encore précipiter directement l'argent des liqueurs renfer-

mant de l'hyposulfite à l'aide d'une lame de cuivre qu'on doit laisser plusieurs jours, en en grattant plusieurs fois la surface. L'argent déposé se sulfure en partie; on en fond 100 parties avec 50 parties d'acide borique et 50 parties de nitre.

IV. Chlorure d'argent.

On le sèche et on en fond 100 parties avec 70 parties de craie et 4 parties de charbon, au rouge vif, pendant 1 heure.

Section XVII. — Couleurs[1].

(404) *Tableau indiquant le point d'ébullition des benzines, nitrobenzines et anilines qui y correspondent, ainsi que leurs densités et les couleurs obtenues.*

Points d'ébullition des benzines.	Points d'ébullition des nitrobenzines.	Poids spécifiques des nitrobenzines à + 16° C.	Points d'ébullition des anilines.	Poids spécifiques des anilines à + 16° C.	Nuances des couleurs sur étoffes — Oxydation par acide arsénique.
82 à 83	205 à 210	1,1591	182 à 184	1,0205	Violet-ardoise (violaniline)
80 85	205 210	1,1617	180 185	1,0199	»
85 90	210 215	1,1577	185 190	1,0181	Rouge-violet (mauvaniline et rosaniline).
90 95	210 215	1,1445	185 190	1,0139	»
95 100	215 220	1,1425	190 195	1,0109	Rouge-fuchsine.
100 105	220 225	1,1365	195 200	1,000	Rosaniline.
105 110	220 225	1,1319	195 200	1,0018	»
110 115	225 230	1,1235	200 205	1,0009	Rouge-jaune (chrysotoluidine et rosaniline).
115 120	225 230	1,1187	200 205	0,9975	»

100 litres benzol distillant au-dessous de 80° et passant jusqu'à 150° donnent à l'appareil à colonne.

62 à	80°,	6	litres	impurs.
80	82	44	—	purs. — Benzine.
82	110	6	—	impurs.
110	112	17	—	purs. — Toluène.
112	137	5	—	impurs.
137	140	9	—	purs. — Xylène.
140	148	5	—	impurs.
148	150	8 à 9	litres.	— Cumène.

1. *Abréviations* employées dans la table **405** : Voyez tables **130** et **151**, les abréviations employées, et de plus : vé., vénéneux; p. vé., peu vénéneux; in., inoffensif. Le signe + signifie : par l'addition du corps dont la formule suit.

(405) *Matières colorantes végétales.*

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
			COULEURS BLEUES.			
Carmin d'indigo.	Bleue.	Color. plus claire.	Vert; parchal. bleu clair.	Rien.	Col. plus claire; chal. bleu clair.	Décoloration.
Bleu d'orseille.	Violet-bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Rouge pr. rouge.	Bleu.	Bleu décol.
			COULEURS ROUGES.			
Cochenille.	Rouge-jaunâtre.	Orange.	Violet.	+AzH^3 cramoisi.	Cramoisi bleuâtre.	Décol. pr. blanc.
Cochenille ammoniacale.	Rouge-violacé.	Rouge clair; av. exc. orange.	Rien.	R. cramoisi.	Cramoisi.	Décol.
Bois rouge (ext.)	Jaune.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge.	Rouge-jaune.
Extrait d'orseille.	Jaune.	Décol.	Rouge-jaune.	Décol. p. à p.; chal. compl.	Décol. surtout chal.	Décol. immédiatement.
Rouge d'orseille	Violet-rouge.	Rouge pr. rouge	Violet.	Rouge pr. rouge	Violet	Pl. clair; déc.
Pourpre d'orseille.	Sol. d. ac. oxalique rouge.	Plus clair.	Violet chal.	Rien.	Violet-rouge pr. violet.	Décol.
Carmin de carthame.	En suspens. ou s. alco. rouge.	Jaune pr. brun rouge.	Sol. couleur jaune.	Rien.	Orange pr. orange.	Décol.
Garance.	Rougeâtre.	Vire au jaune.	Rouge-cramoisi foncé.	Pr. brun-rougeât., liq. reste rouge-jaunât.	Rien.	Décol. lent.

Matières colorantes.	Solution dans l'eau.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Cyanure de potassium.	Chlorure de chaux.
			COULEURS JAUNES.			
Extrait de quercitron.	Jaune.	Pr. brun-jaune clair.	Devient plus clair.	Pr. jaune pâle.	Devient plus clair.	Déc.; pr. jaune clair.
Extrait de bois jaune.	Jaune.	Clair, pr. jaune.	Jaune-orange.	+ Na^2CO^3 pr. jaune clair.	Jaune-orange.	Brun-jaune déc. pr. brun-jaune.
Bois de fustet.	Jaune-orange.	Devient plus jaune.	Rouge-jaunâtre.	+ Na^2CO^3 pr. orange.	Jaune-rougeâtre.	Pr. brun; décol. à chaud.
Ex. de graines d'Avignon.	Jaune-brunatre.	Pr. jaune brun.	Jaune-rouge.	+ Na^2CO^3 jaune orange brun.	Jaune-rouge.	Jaune-rouge foncé déc. pr. blanc
Extrait de campêche.	Brun-rouge.	Rouge pr. rouge.	Violet-rouge sale; pr. id.	Pr. viol. sale	Pr. violet rouge sale.	Pr. br.-rouge chal. foncé.
Extrait de Berberis.	Jaune.	Rien.	Orange pr. jaune-brunât.	+ Na^2CO^3 pr. jaune.	Orange, pr. jaune.	Pr. jaune clair décol.
Cachou.	Jaune.	Par repos pr. jaune pâle.	Rouge-jaune puis rouge br.	Rien.	Orange.	Brun-décol. pr. brun jaune.
Extrait de châtaignier.	Brune.	Pr. brun clair.	Brun-rouge puis rouge.	Pr. jaune clair sale.	Rien.	Brun foncé, puis jaune, puis déc.
Tannin.	Jaune faible.	Rien.	Plus foncé.	Rien.	Col. rougeât.	Vert-bleu décol.
Gaude.	Jaune-verdât.	Fonce nuance.	Vire jaune d'or	Rien.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dissol. al. rouge-brun.	Rouge cramoisi.	Rouge brun.	Rien.	Rien.	Rien.
Rocou.	Sol alcaline rouge-orangé.	Pr. orange; liqr jaune pâle.	Rien.	Pr. orange.	Rien.	Décol. lentement.

(406) *Matières colorantes minérales.*

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS ROUGES.			
Minium (vé).	Protoxyde et peroxyde de plomb	Dégage chlore pr. blanc.	Pr. oxyde puce avec sucre se dissout.	Rien.	Col. jaune après refroidissement.	
Cinabre (p. vé.) vermillon.	Sulfure de mercure.	Rien.	Insol.	Rien.	Se volatilise; dégage ac. sulfureux.	av. alc. merc.
Rouge anglais (in.).	Peroxyde de fer.	Sol. lentement.	Sol. plus rapidement.	Rien.	Col. brun-rouge.	
Rouge de chrome (vé.).	Chromate de plomb basique.	Sol. verte, pr. blanc, sol. à ch.	Devient jaune.	Rien.	Fond col. brun-rouge avec charbon plomb.	
			COULEURS BLANCHES.			
Blanc de plomb (vé.) céruse.	Carbonate et oxyde de plomb hydraté.	Pr. blanc dégage ac. carbonique.	Dissout complétement.	Rien.	Col. jaune; avec charbon, plomb.	
Blanc de zinc (p. vé.).	Oxyde de zinc.	Sol.	Sol.	Sol.	Col. jaune devenant blanc à froid.	
Spath pesant (in.).	Sulfate de baryum.	Rien.	Rien.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Gypse (in.).	Sulfate de calcium.	P. sol.	P. sol.	Rien.	Avec charbon donne sulfure.	
Craie (in.).	Carbonate de calcium.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Sol.; dégage ac. carbonique.	Rien.	Chaux.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
			COULEURS VIOLETTES.			
Outremer violet (in.).	»	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Col. bleue.	»
			COULEURS BRUNES ET NOIRES.			
Brun de manganèse (in.).	Peroxyde de manganèse hydraté.	Dégage chlore.	Sol. rose.	Rien.	Col. noire.	
Noir d'os (in.).	Charbon d'os.	Dissout phosphate de calcium.	Dissout phosphate de calcium.	Rien.	Cendres blanch. de phosphate de calcium.	
Graphite (in.)	Carbone.	Rien.	Rien.	Rien.	Peu altér. brûle difficilement.	
			COULEURS BLEUES.			
Outremer (in.).	Sulfure de sodium et silicate d'aluminium.	Décoloration. Production de H^2S.	Rien.	Rien.	Décol. en partie.	Essai de richesse avec oxyde de zinc.
Smalt (vé.).	Masse vitreuse colorée par protoxyde de cobalt.	Sol. jaune vert.	Rien.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Bleu Thenard (in.).	Protoxyde de cobalt et alumine.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	
Bleu de Paris. Bleu de Prusse. (in.).	Ferrocyanure ferrique.	Col. vert, puis sol. jaune. L'eau ramène la couleur.	Déc. à chaud.	Décoloration dans sol. potasse.	Résidu oxyde de fer.	Sol. acide oxalique.
Bleu de montagne (vé.).	Carb. de cuivre basique hydraté.	Sol. vert. jaune ; effervescence.	Sol.	Sol. bleu céleste.	Col flamme verte ; résidu noir.	Noir à l'ébul. avec solution potasse.
			COULEURS, JAUNES.			
Jaune de Naples (vé.).	Antimoniate de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Rien.	Rien.	Vap. blanches ; avec charbon culot cassant plomb et antimoine.	
Jaune de Cassel (vé.).	Oxychlorure de plomb.	Col. orange, puis blanc.	Fr chlorure de plomb.	Soluble dans potasse.	Vap. blanches avec charbon plomb.	
Orpiment. (vé).	Sulfure d'arsenic.	Rien.	Rien.	Sol. en partie.	Vap. blanches, pas de résidu avec charbon odeur d'ail.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Jaune de chrome. Orang. de chrome. (vé.)	Chromate neutre de plomb.	Sol. verte pr. blanc couleur reparaît par l'eau.	Décolore.	Jaune orange.	Fond couleur brune rouge; avec charbon plomb.	
Ocre jaune (in.)	Argile et oxyde de fer.	Sol. jaune. pr. blanc.	Sol. jaune pr. blanc.	Rien.	Col. rouge-brun.	
Jaune d'outremer (vé.).	Chromate de baryum.	Sol. pr. par SO^4H^2.	Dissol.	Rien.	Peu altéré; col. vert flamme réductrice.	
Massicot (vé.).	Oxyde de plomb	Pr. blanc.	Dissol.	Rien.	Avec charbon culot de plomb.	
			COULEURS VERTES.			
Outremer vert (in.).	Analogue à l'outremer bleu.	Se décolore et dégage H^2S.	Rien.	Rien.	Au rouge blanc col. rouge brun.	
Vert de Guignet (in.).	Oxyde de chrome hydraté.	Sol. verte par ébullition prolongée	Rien.	Rien.	Devient noir.	
Vert de Rinmann (p.v.).	Protoxyde de cobalt et oxyde de zinc.	Rien.	Sol. verte.	Rien.	Rien.	

Matières colorantes.	Composition.	Acide chlorhydrique.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Calcination.	Observations.
Vert de Brême. Vert de Brunswick Vert de montagne (vé.)	Oxyde de cuivre hydraté.	Sol. jaune-verdâtre souvent pr. blanc.	Sol. bleue.	Bleu.	Col. flamme en vert résidu noir.	Pour les combinaisons de cuivre, il suffit d'ajouter une lame de fer dans les sol. acides: on obtient cuivre métallique.
Vert de gris (vé.).	Acétate basique de cuivre.	Sol. jaune-verdâtre.	Id.	Id.	Id.	
Vert de Scheele (t. v.).	Arsénite de cuivre.	Id.	Sol. sans col	Sol. bleue.	Avec charbon odeur d'ail.	
Vert Schweinfurth (t. vé.).	Arsénite et acétate de cuivre.	Id.	Id.	Sol. col. bleue intense.	Avec charbon odeur d'ail.	
Cinabre vert (p. vé.).	Mélange de bleu de Prusse et jaune de chrome.	Col. vert bleu pr. blanc.	Décol. à chaud.	Rien.	Résidu brun avec charbon culot de plomb	
Vert minéral (vé.).	Carbonate de cuivre.	Sol. jaune avec effervescence.	Sol. bleue avec effervescence.	Poudre devenant bleuâtre.	Résidu brun.	
Terre verte (in.).	Silicate ferreux et ferrique avec potasse et magnésie.	Se dissout à chaud en jaune-brunâtre.	Se dissout à chaud. Sol. brune.	Rien.	Rouge-brun.	

(407) *Dosage de l'Anthracène.*

On dissout 1 gramme de l'échantillon dans 45 centimètres cubes d'acide acétique glacial, on filtre la liqueur bouillante et, sans interrompre l'ébullition, on ajoute en 2 heures une solution de 15 grammes d'acide chromique dans 10 centimètres cubes d'eau et 10 centimètres cubes d'acide acétique glacial ; on fait bouillir encore 2 heures. On laisse 12 heures, on ajoute peu à peu 400 centimètres cubes d'eau, on filtre après 3 heures, on lave sur le filtre à l'eau, puis à l'hydrate de sodium très étendu et chaud, enfin à l'eau. Au moyen d'une pissette on chasse l'anthraquinone dans une capsule, on sèche à 100°, on y ajoute 10 fois son poids d'acide sulfurique fumant à 68° B ; on chauffe 10 minutes au bain-marie à 100°, on laisse 12 heures et on ajoute 200 centimètres cubes d'eau ; on filtre et on lave comme plus haut l'anthraquinone obtenue, qu'on rassemble dans une capsule et qu'on pèse séchée à 100° ; ensuite on l'incinère et on déduit le poids des cendres. Le poids obtenu par différence donne l'anthraquinone, dont le poids multiplié par 0,8556 donne l'anthracène pour 100.

(408) *Sur l'emploi des Spectres d'absorption.*

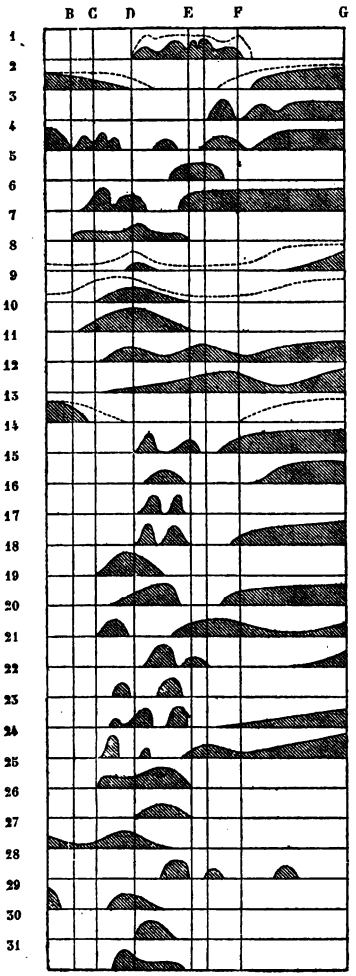
(Voyez la Notice de l'Agenda pour 1886.)

Les matières colorantes donnent, suivant les cas, des bandes ou bien des absorptions unilatérale ou bilatérale. La courbe 70 est un exemple d'absorption unilatérale dégradée dans le violet, tandis que la courbe 94 montre une absorption unilatérale du violet qui se termine brusquement entre les raies D et E, dans le vert. Le sulfate de cuivre (courbe 13) nous montre une absorption unilatérale dans le rouge, en liqueur diluée, et une absorption bilatérale en liqueur concentrée (celle-ci étant figurée par un pointillé). Le manganate de potassium (courbe 2) donne également une absorption bilatérale. Le bleu de Prusse dissous dans l'acide oxalique se comporte de même.

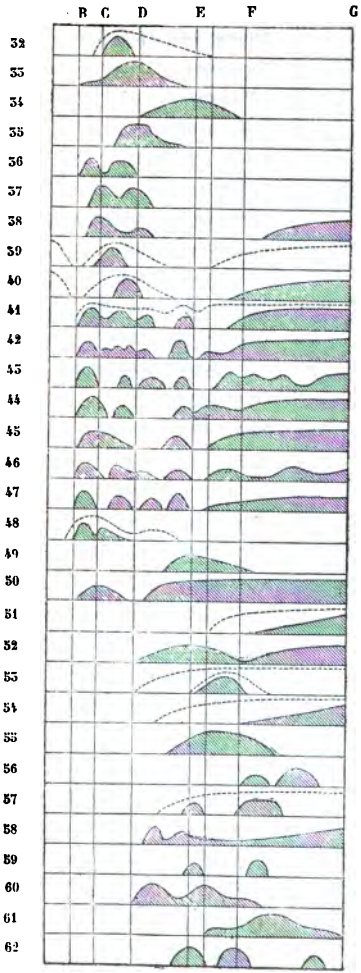
Nous citerons encore comme couleurs absorbant le côté violet jusqu'au bleu ou au vert suivant la concentration : le coquelicot, le bois jaune, le caramel, l'acide picrique, le quercitron, le gaïac, la gomme-gutte, la chrysotoluidine, le vert de vessie et les sels ferriques, enfin la plupart des dérivés azoïques.

La position des bandes n'est pas absolue comme celle des raies du spectre, elle change avec la concentration, la source de l'éclairage, la nature du dissolvant, et la réaction acide ou alcaline de la solution.

Pour certaines matières colorantes, surtout les jaunes, il y a souvent avantage à les examiner avec une fente large et sous une notable épaisseur ; on discerne alors, dans l'absorption graduelle du violet, des bandes plus ou moins caractéristiques, qui échappent à la vue dans les conditions habituelles.



Permanganate de potassium.
Manganate —
Nitrate d'urane.
Sels uraneux.
Chlorure de cobalt.
Hydrate de cobalt.
Chlorure de nickel ammoniacal.
Alun de chrome violet.
— vert.
Acide perchromique, *éther*.
Sulfate ferreux + AzO.
Sulfocyanure ferrique, *éther*.
Sulfate de cuivre.
Hémoglobine oxygénée.
— réduite.
— + AzO.
— + CO.
Hématine alcaline.
— + KCy.
— acide.
Hémochromogène, alcalin.
Hématoporphyrine, alcaline.
Méthémoglobine, alcaline.
— acide.
Sirop de violettes.
— acide.
— alcalin.
Violet d'ergot de seigle
Iodure d'amidon.
Violet Hofmann rouge.
— bleu méthylé.



ndigo.

Bleu d'aniline, *alcool.*

— sulfoconjugué, *eau.*

Bleu de quinoléine.

Bleu de méthylène.

Bleu azur.

Picrate de vert méthylé.

Vert malachite.

Vert brillant.

Chlorophylle, s. fraîche, *alcool.*

— s. vieille, —

Huile d'olives.

Huile de jusquiame.

Chlorophylle + HCl début.

— — act. compl.

— — excès.

— + KHO.

Carthame.

Sang-dragon.

Curcuma.

— + Ammoniaque.

Fluorescéine.

Orangé de diphénylamine.

— au β-naphtol

Safran, *alc. amyl.*

— *alcool.*

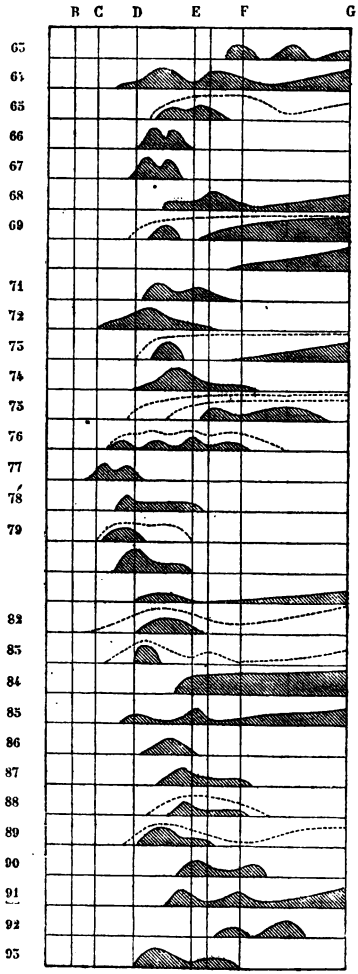
— *alcool aqueux.*

Tomate, *éther acétique.*

— *sulfure de carbone.*

— *alcool amylique.*

Rocou, *sulfure de carbone.*



Rocou, *éther*.

Cochenille, *eau* + *acide*.

— *alcool*.

— — + Amm.

— — + KHO.

— — + aci

Campêche + *eau*.

— — + acide.

— — + Amm.

— — + KHO.

Fernambouc.

— + Amm.

Santal.

Orcanette.

— + Amm.

Tournesol, orseille.

— + KHO.

— + Amm.

— + acide.

Fuchsine.

— sulfoconjuguée.

Acide rosolique

— — + Amm

Coralline rouge, *alcool*

— — + *eau*.

Safranine.

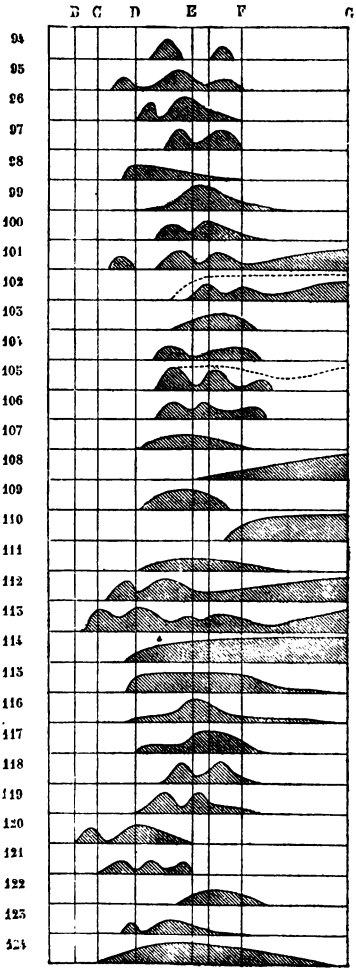
Rouge de Magdala.

Éosine, *alcool*.

— *alcool amylique*.

— — + acide.

Rose Bengale, *alcool*.



Cyancsine.

Azaline (Vogel).

Azarine rouge, *alcool.*

— *alcool amylique.*

— — + Amm.

— + acide, *sulfure de carbone*

Purpurine, *eau.*

— *alcool* + KHO.

— *eau* + Amm.

— — — + Az⁴HCl.

— *alcool* + Amm.

— *eau* + Amm. + alun.

Purpurinamide.

— + BaO.

Isopurpurine.

— + Amm.

Alizarine, *alcool.*

— — + Amm.

— *eau* + Amm.

— *alcool* + KHO.

Nitroalizarine, *alcool.*

— — + Amm.

— — + KHO.

— *alcool amylique.*

Bleu d'alizarine, *alcool.*

— *sulfure de carbone.*

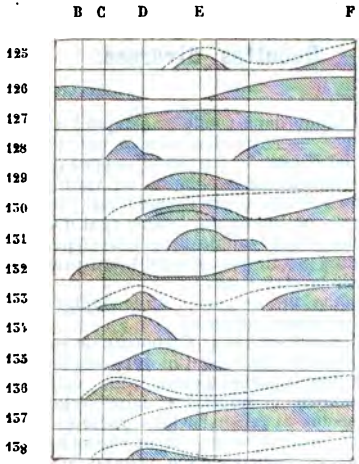
Sulfoxyanthraquinone, *alcool* + KHO

— *eau* —

Alizarinamide.

— + Amm.

Betterave rouge.



(409) *Essai de l'alcool méthylique pur.*

1° Il doit marquer au moins 99° à l'alcoomètre (densité 0,7995 à 15°).

2° Il ne doit pas renfermer plus de 0,7 p. o/o d'acétone.

Pour ce dosage on introduit dans un tube de 30 cc., gradué par demi-centimètres cubes, 10 cc. de soude caustique double-normale, à 80 gr. par litre, 1 cc. mesuré exactement de l'alcool à essayer, enfin, après agitation, 5 cc. d'iode double-normal à 254 gr. d'iode et 350 gr. d'iodure de potassium pour un litre ; on agite, on laisse reposer, puis on ajoute 10 cc. d'éther pur. On bouche et on agite bien. On mesure ensuite le volume de l'éther et on en prèlève 5 cc., qu'on laisse évaporer sur un verre de montre taré ; on sèche rapidement sur l'acide sulfurique et on pèse : le poids de l'iodoforme $\times$0,14723 donne celui de l'acétone ; on multiplie par le rapport de l'éther total à celui qui a été évaporé, et on ramène au poids de l'alcool méthylique pour avoir la quantité p. o/o.

3° En distillant l'alcool, il doit passer au moins 95 p. o/o dans l'intervalle d'un degré du thermomètre.

4° L'alcool doit se colorer tout au plus en jaune clair avec le double de son volume d'acide sulfurique à 66°.

5° 5 cc. d'alcool ne doivent pas décolorer immédiatement 1 cc. de permanganate à 1 gr. par litre.

6° 25 cc. d'alcool doivent encore rester jaunes avec 1 cc. de solution de 1 p. de brome dans 80 parties d'acide acétique à 50 p. o/o.

7° Enfin l'alcool doit rester tout à fait incolore avec la soude caustique, même en excès.

Section XVIII. — Recettes diverses.

Encre indélébile. — Encre de Chine dans soude caustique à 1° B.

Encre pour écrire sur le verre. — Faire dissoudre à une douce chaleur 5 parties de copal en poudre dans 32 parties d'essence de lavande, et colorer par du noir de fumée, de l'indigo ou du vermillon.

Encre pour graver sur le verre. — On sature l'acide fluorhydrique du commerce par de l'ammoniaque, on ajoute un volume égal d'acide fluorhydrique et on épaissit avec un peu de sulfate de baryum en poudre fine. On peut écrire avec une plume métallique; l'encre mord presque instantanément; il suffit ensuite de laver à l'eau.

Encre en poudre. — Sel de potassium de l'acide sulfoconjugué de la violaniline, mélangé de copal et borax pulvérisé.

Encre pourpre indélébile pour le linge. — 1° Carbonate de soude, 12 gr.; gomme arabique, 12 gr.; eau, 45 gr. — 2° Chlorure de platine, 4 gr.; eau distillée, 64 gr.; — 3° Protochlorure d'étain, 4 gr.; eau distillée, 64 gr. — Tremper l'étoffe dans la solution 1; faire sécher et écrire avec la solution 2; laisser sécher et recouvrir les caractères avec le liquide 3. La couleur pourpre apparaît de suite; elle résiste au savon.

Luts. — 1° On mélange du blanc de zinc avec son volume de sable fin, et on y ajoute un poids un peu supérieur à celui de l'oxyde de zinc, d'une solution de chlorure de zinc ferrugineux d'une densité de 1,62; on broie le tout dans un mortier et on applique la pâte sur les bouchons enfoncés de quelques millimètres dans le goulot de la fiole. 2° On fait une bouillie de silicate de soude commercial et de kaolin pulvérisé, avec ou sans craie; on l'applique sur les bouchons et on laisse sécher. 3° On gâche du plâtre avec de l'eau contenant 5 pour 100 de gomme arabique; la bouillie prend en une demi-heure. 4° Graine de lin avec de l'eau gommée. 5° Pour verres et métaux : résine 4, cire 1, colcothar 1. Faire fondre jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus d'écume.

Colle liquide pour porcelaine. — Colle de poisson 5 gr.; acide acétique cristallisable 20 gr.; chauffer jusqu'à ce qu'elle se prenne en gelée à froid.

Colle forte liquide. — Dissoudre au bain-marie : gélatine transparente 1 p.; acide acétique très-fort 1 p.; alcool fort 1/4 p.; alun un peu.

Colle forte incorruptible. — Dissoudre au bain-marie : colle forte de Givet 1 kilogr.; eau 1 kilogr.; ajouter peu à peu à cette solution : acide azotique, à 36°, 200 gr. On peut s'en servir comme lut en l'étendant au pinceau sur un linge.

Glu marine. — Laisser en contact trois à quatre jours 1 p. de caoutchouc et 3 p. d'huile de goudron. Décanter le liquide et y dissoudre à chaud 3 p. de gomme laque. Couler dans des moules; la

masse se solidifie à froid. Pour réunir le bois et faire des vases étanches.

Mastic de plomb. — On malaxe avec 1 partie d'huile de lin, 1 partie de céruse ou 1 partie de minium, ou 1 partie de ces deux corps mélangés.

Mastic de fer. — 1° On mélange intimement 98 parties limaille de fer ; 1 partie fleur de soufre ; 1 partie sel ammoniac. On délaye dans l'eau à consistance de mortier ; ce mastic doit être employé de suite. 2° (allant au feu) : limaille de fer, 50 parties ; sel ammoniac, 1 partie. 3° Pour cornues de terre : argile en poudre, 4 parties ; limaille de fer, 4 parties ; sel ammoniac, 1 partie; fleur de soufre, 1/2 partie. Mélanger, puis arroser d'eau ammoniacale ou de carbonate d'ammonium.

Mastic pour briques et porcelaines (peu fusible). — Silicate neutre de soude, 1 partie ; magnésie calcinée, 1 partie ; oxyde de zinc, 1 partie. Appliquer et laisser sécher, puis porter au feu.

Bouchons pour le chlore. — On scie un bloc de pierre ponce, on l'arrondit à la lime en forme de bouchon conique, on le perce avec une percette comme un bouchon de liège, et on l'applique sur la fiole ; on le recouvre d'un des luts précédents (1, 2 ou 3).

Vernis. — Solution alcoolique saturée de gomme laque blanche.

Vernis pour cuivre. — Sulfure de carbone 1 partie; benzine, 1 partie ; essence de térébenthine, 1 partie ; esprit-de-bois, 2 parties ; copal dur, 1 partie.

Réactif de Millon. — On dissout 1 partie de mercure dans 2 parties d'acide nitrique d'une densité de 1,42, à froid d'abord, ensuite en chauffant. Quand la solution est complète, on ajoute au liquide le double de son volume d'eau, on laisse reposer et on décante la portion claire.

Sous-acétate de plomb. — On fond, à feu nu, un mélange de 20 p. d'acétate de plomb cristallisé et de 6 p. de litharge finement pulvérisée. Le produit (sous-acétate solide) est dissous dans 70 p. d'eau chaude, et la solution filtrée est conservée dans un flacon bien bouché.

Solution d'indigo. — On mêle de l'indigo finement pulvérisé avec 4 à 6 parties d'acide sulfurique fumant ; on laisse reposer 48 heures au frais et on étend de 20 volumes d'eau distillée.

Solution d'amidon. — Amidon 1 p. ; eau, 100 p. ; faire bouillir et filtrer ou décanter après refroidissement.

Papiers réactifs. — On trempe du papier blanc mince et non collé dans les différentes solutions qui suivent, puis on laisse sécher. — 1° *Curcuma.* On lave avec beaucoup d'eau de la racine de curcuma en poudre, on sèche et on chauffe avec 4 parties d'alcool et 4 parties d'eau ; après quelques heures, on filtre. — 2° *Tournesol.* On pulvérise le tournesol en pains, on le fait bouillir avec de l'alcool à 85° qu'on jette ensuite, on l'arrose avec 6 à 8 parties d'eau, on chauffe, on filtre, on ajoute 1 partie d'alcool et on conserve dans un flacon fermé par un tampon de coton. A la moitié de cette teinture on ajoute de l'acide sulfurique étendue jusqu'à ce que la coloration soit presque rouge, et on réunit à l'autre moitié pour avoir la teinture sensible; on y trempe

...

le papier pour l'avoir bleu. Pour le rougir, on le trempe dans une solution très faible d'acide chlorhydrique et on fait sécher. — 3° *Noix de galle*. Décoction de 1 partie de noix de galle pulvérisée dans 10 parties d'eau; coloration noire par les sels ferriques. — 4° *Amidon*. Le papier du commerce, collé à l'amidon, sert à rechercher l'iode. — 5° *Acétate de plomb*. Solution au 10° d'acétate neutre de plomb; le papier noircit par les sulfures; on peut le remplacer par du carton recouvert de céruse, puis glacé (voy. table 234). — 6° *Iodure de potassium* (voy. table 235). — 7° *Iodate de potassium*, 1 partie iodate de potassium, 1 partie amidon, 20 parties eau; faire bouillir et laisser refroidir en agitant. Sert à la recherche des acides sulfureux et azoteux. — 8° *Ozonométrique*. Papier à l'iodure de potassium; ou papier de tournesol rouge trempé à moitié dans une solution au 20° d'iodure de potassium; la moitié iodurée doit bleuir seule, — 9° *Fuchsine*. Solution au 40° de chlorhydrate de rosaniline. Ce papier jaunit par un excès d'acide libre, tandis que les sels neutres qui rougissent le tournesol ne l'altèrent pas. — 10° *Fernambouc*. Décoction aqueuse au 5° de bois de Fernambouc : jaunit par l'acide fluorhydrique. — 11° *Liguline*. Baies de troène (*Ligustrum vulgare*) dans de l'eau distillée bouillante : rougit par les acides, verdit par les bases, et bleuit par les eaux calcaires. — 12° *Sulfocyanate de potassium*. Solution au 20° : rougit par les sels ferriques. — 13° *Nitroprussiate de sodium*. Solution au 20°; devient violet par les sulfures; rien avec l'hydrogène sulfuré libre.

Teintures pour titrages alcalimétriques. — 1° *Tournesol* (voy. ci-dessus 2°). — 2° *Cochenille*. 3 grammes cochenille, 400 cc. eau, 100 cc. alcool; on laisse macérer à froid. — 3° *Campêche*. L'intérieur des bûches de campêche est coupé en copeaux qu'on fait bouillir avec de l'eau. — 4° *Acide rosolique*. Produit commercial dissous dans l'eau et neutralisé par l'acide chlorhydrique. Ces trois teintures deviennent violettes par les alcalis et jaunes par les acides. — 5° *Violet de méthylaniline*. Solution aqueuse au 1000°. Vire au bleu-vert par les acides minéraux puissants, même en liqueur étendue; n'est pas changé par les acides organiques. — 6° *Phtaléine du phénol*. On chauffe à 120—130° 10 parties de phénol, 5 parties anhydrique phtalique et 4 parties acide sulfurique concentré, jusqu'à ce que la matière devienne solide au bout de la baguette; on lave à l'eau et on fait sécher le produit pulvérulent. On en fait une solution alcoolique au 30°; on ajoute une goutte de cette solution au liquide d'un titrage acidimétrique. Dès que l'alcali est en excès, le liquide se colore en violet; les acides, même l'acide carbonique en certaine proportion, décolorent la liqueur; on ne peut l'employer en présence d'ammoniaque. — 7° *Orangé de diméthylaniline*, hélianthine de Poirrier, en solution à 1 gramme par litre d'eau froide : il vire au rouge par les acides minéraux seulement, même par l'acide sulfureux, mais non par les acides organiques, l'acide oxalique compris, ou par l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré; on en ajoute environ 4 gouttes pour 100 cc. de liquide qui doit être faiblement mais nettement coloré :

il ne faut jamais l'employer dans des liquides chauds ; il est insensible à l'action de l'acide carbonique et réussit en présence d'ammoniaque, mais il faut déduire la quantité d'acide nécessaire pour produire le virage en liqueur neutre (environ 3 dixièmes de centimètre cube d'acide décime pour 100 cc. de liquide et 4 gouttes d'indicateur). — 8° *Phénacétoline*, en dissolution à 1 pour 100 dans l'alcool ; on en ajoute deux ou trois gouttes ; elle réussit bien avec l'ammoniaque et les carbonates ; elle est jaune avec les alcalis, rouge avec les carbonates et jaune d'or avec les acides. On l'emploie utilement à doser les carbonates dans les alcalis caustiques ou non en notant les deux virages ; mais il importe de remarquer que si l'excès des carbonates sur l'alcali est considérable, la solution sera de suite rouge avec ce réactif. — 9° *Bleu soluble* CLB de Poirrier. Il est rouge en présence des alcalis libres et bleu avec les carbonates alcalins et les sels à acides faibles, et peut servir utilement à titrer l'alcali caustique dans les carbonates ; on l'emploie en solution aqueuse à 1/500°.

Nota. A la lumière du sodium, obtenue en plaçant dans la flamme du bec Bunsen du sel marin dans un panier de fil ou toile de platine, le tournesol bleu paraît noir et le rouge est incolore ; le virage est net, même pour les liquides colorés en jaune.

La phtaléine du phénol réussit bien avec les acides minéraux et organiques : quand on titre les carbonates, le virage se produit aussitôt que la moitié de l'acide carbonique est déplacée en formant le bicarbonate ; si on chauffe ensuite le liquide à l'ébullition, on remarque qu'il faut ajouter un volume d'acide exactement égal à celui qu'on avait employé à froid.

Pour le titrage des carbonates de baryum, de calcium et de magnésium, il vaut mieux opérer à froid avec l'orange de méthyle.

Pâte chromographique. — Pour 1 kilogr. de pâte, faire bouillir 300 cc. d'eau, ajouter 100 gr. de gélatine en petits morceaux ; après dissolution y mêler 700 gr. glycérine, agiter, puis faire passer à travers une passoire fine, en recueillant dans les cuvettes à rebord peu élevé, où se fait le tirage ; enlever avec une carte les bulles et la mousse superficielles, et laisser prendre. La pâte doit être molle et collante.

L'encre se prépare en épuisant 50 gr. de violet de méthylaniline BBB par 500 cc. d'eau froide employée par portions, de manière à tout dissoudre.

Alliage se dilatant par le refroidissement. — Cet alliage se compose de : plomb, 9 parties ; antimoine, 9 parties ; bismuth, 1 partie.

Il est excellent pour les joints métalliques, ou bien pour sceller du métal dans la pierre ou le marbre.

SUPPLÉMENT 1888

Thermochimie.

(410) *Usage des tableaux de thermochimie*[1].

Dans les tables suivantes, les quantités de matière réagissantes sont celles exprimées par les formules écrites en regard des nombres, avec cette convention que H veut dire 1 *gramme* d'hydrogène, H^2O 18 *grammes* d'eau, etc. L'unité de chaleur adoptée est la grande calorie : c'est a chaleur qui élève de 0^0 à 1^0 la température de 1 kilogr. d'eau.

Ainsi, au début de la table **415**, nous voyons :

^{1}H gaz + Cl = + 22,0 produit gazeux : + 39,3 produit dissous.

C'est-à-dire que H = 1 gramme d'hydrogène et Cl = $35^{gr},5$ de chlore, en se combinant tous deux à l'état gazeux, dégagent assez de chaleur pour échauffer de 0^0 à 1^0 22 kilogrammes d'eau, soit 22 calories, en fournissant HCl ou $36^{gr},5$ d'acide chlorhydrique gazeux. Si l'on envisage au contraire l'acide chlorhydrique comme dissous dans l'eau, la chaleur dégagée sera égale à 39,3 calories, la quantité HCl ou $36^{gr},5$ d'acide chlorhydrique dégageant, pour se dissoudre dans l'eau, 39,3 — 22,0 ou 17,3 calories. Ce nombre est conforme à celui que donne la table **413**, calculée pour le volume gazeux occupé par la molécule HCl, volume égal à celui de H^2 = 2 grammes, soit $22^{lit},32$ (à 0^0 et 760 millimètres de pression).

On sait que les changements d'état des corps sont accompagnés d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur : ainsi, 1 kilogramme d'eau à 0^0, pour passer de l'état liquide à l'état solide, dégage 79,25 calories, et, par contre, pour passer de l'état solide à l'état liquide, absorbe 79,25 calories : c'est cette quantité de chaleur qu'on appelle la chaleur latente de fusion de la glace. 1 gramme de glace absorbera donc $0^{cal},07925$ pour fondre, et 18 grammes de glace, c'est-à-dire la quantité

1. Les nombres de ces tableaux sont tirés de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1888. Ils ont été calculés par M. BERTHELOT, et dans la grande majorité des cas d'après ses expériences personnelles.

exprimée par la formule H^2O, en absorberont $18 \times 0,07925 = 1,4265$, ce qu'on peut exprimer encore en disant qu'ils dégageront — 1,40 cal., nombre identique à celui donné table **414**; de même 1 kilogramme d'eau liquide à 100° absorbe 537 calories pour se transformer en vapeur, ou eau gazeuse, à 100°; le produit de 0,537 par 18 est égal à 9,666; et H^2O, soit la molécule d'eau pesant 18 grammes, prise à l'état liquide à 100°, absorbera 9,66 calories (ou dégagera — 9,66 calories) pour passer à l'état de gaz ou de vapeur à 100°; ce nombre est très voisin de celui de la tabe **411**, 9,65, déterminé expérimentalement par M. Berthelot.

Ces chaleurs latentes moléculaires interviennent souvent dans les calculs; ainsi nous trouvons dans la table **415** que $P + Cl^3$, en se combinant, dégagent, pour donner PCl^3, à l'état gazeux + 68,9 calories et + 75,8 à l'état liquide. La différence entre ces nombres est égale à 6,9; c'est la chaleur de volatilisation du trichlorure de phosphore (table **411**).

De même pour l'anhydride azotique on lit page 438 : $Az^2 + O^5 = -1,2$ à l'état gazeux, + 3,6 liquide, + 11,8 solide, et + 28,6 dissous. Sa chaleur de fusion est donc de $11,8 - 3,6 = 8,2$ (8,28 table **414**) et sa chaleur de volatilisation de $3,6 + 1,2 = 4,8$ (table **411**). Enfin sa chaleur de dissolution est de $28,6 - 11,8 = 16,8$. Elle se compose de deux facteurs : la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 avec H^2O, travail chimique engendrant l'acide azotique $2(AzO^3H)$, et la chaleur émise ou absorbée par la solution de celui-ci dans l'eau ; c'est en effet un principe fondamental de thermochimie que la quantité de chaleur dégagée dans une réaction quelconque mesure la somme des travaux physiques et chimiques accomplis dans cette réaction. Il nous est facile de faire la part des deux actions : en effet, on a également page 438 $Az^2 + O^5 + H^2O = 14,2$ produit liquide, + 28,6 produit dissous. La différence entre ces deux nombres, $28,6 - 14,2 = 14,4$, est la chaleur de dissolution de l'acide azotique $2(AzO^3H)$ dans l'eau ; la table **418** donne en effet $AzO^3H + nH^2O = +7,2$, soit la moitié, le nombre des atomes en réaction étant aussi de la moitié. Quant à la chaleur produite par la combinaison de Az^2O^5 liquide avec H^2O, elle sera donnée par la différence entre $Az^2 + O^5$ (le produit étant liquide) et $Az^2 + O^5 + H^2O$ (le produit étant aussi liquide), c'est-à-dire par $14,2 - 3,6 = 10,6$.

Prenons encore comme exemple la formation du sulfate de calcium. Il sera facile de la trouver ainsi : on lit pages 438 et 439

$S + O^3 = 141$, SO^3 étant dissous à l'état de SO^4H^2 dilué,
$Ca + O = 150,1$ CaO — de CaH^2O^2 dilué.

Et table **419**, $1/2\ SO^4H^2$ dissous $+ 1/2\ CaO^2H^2$ dissous $= +15,6$
ou SO^4H^2 dissous $+ CaH^2O^2$ dissous $= 31,2$.

On a $S + O^4 + Ca = 141 + 150,1 + 31,2 = 322,3$ à l'état dissous ou précipité. Le chiffre trouvé pour le sel solide est de 320,1.

La table **423** donne la chaleur de formation des composés organiques en partant des éléments, pris dans leur état actuel à 15° (le carbone à l'état de diamant); on se souviendra que le carbone amorphe dégagerait 3 calories pour se transformer en diamant, et que, par conséquent il convient d'ajouter ces 3 calories aux nombres du tableau pour avoir la chaleur de formation en partant du carbone amorphe. Les chaleurs de combustion sont indiquées, comme les chaleurs de formation, en calories (kilogramme-degrés) pour la molécule de la substance exprimée en grammes.

Plusieurs de ces nombres, et beaucoup d'autres qu'on pourrait donner, sont calculés d'après un principe de thermochimie fondamental et d'après lequel, si un système de corps simples ou composés, pris dans des conditions déterminées, éprouve des changements physiques ou chimiques capables de l'amener à un nouvel état sans donner lieu à aucun effet mécanique extérieur au système, la quantité de chaleur dégagée ou absorbée par l'effet de ces changements dépend uniquement de l'état initial et de l'état final du système; elle est la même quelles que soient la nature et la suite des états intermédiaires. Prenons comme exemple le gaz des marais. Nous pouvons supposer qu'on en fasse la synthèse à l'aide des éléments, puis qu'on le brûle; dans ces deux opérations on devra récolter autant de chaleur que si on brûlait directement le carbone et l'hydrogène, puisque l'on part des mêmes éléments, $C + H^4 + O^4$, pour arriver aux mêmes produits $CO^2 + 2H^2O$. On en conclut que, si la synthèse totale du gaz des marais pouvait se faire dans un calorimètre, elle dégagerait 18^{cal},5; car on connaît la chaleur de combustion du gaz des marais = 213,5, et l'on doit avoir :

$C + H^4 = +18,5$	$C + O^2 = 94$
$CH^4 + 4O = +213,5$	$8H^4 + O^2 = 138$
(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : $+232$	(Et. fin. $CO^2 + 2H^2O$). Total : $+232$

(411) *Chaleurs de volatilisation* (de l'état liquide) *rapportées à un volume de vapeur* (22^{lit},32) = 1 *molécule en grammes.*

Br^2	— 7,2	SO^3 solide	— 11,8
I^2 liquide	— 6,0	$SnCl^4$	— 7,6
(S^2) liq.	— 4,6	PCl^3	— 6,9
Hg liq.	— 15,4	$AsCl^3$	— 8,4
H^2O	— 9,65	$BoCl^3$	— 4,5
AzH^3	— 4,4	$SiCl^4$	— 6,35
HFl	— 7,2	CO^2 (solide)	— 6,11
Az^2O	— 4,4	S^2Cl^2	— 6,7
AzO^2	— 4,3	$SOCl^2$	— 6,5
Az^2O^5	— 4,8	SO^2Cl^2	— 7,1
AzO^3H	— 7,25	SO^3HCl	— 12,8
SO^2	— 6,2	CS^2	— 6,4

$CAzH$	— 5,7	$C^6H^{12}O^4$ oxalate d'éthyle	— 10,6
$CAzCl$	— 8,3	$C^8H^{20}SiO^4$ silicate —	— 7,0
C^5H^{10}	— 5,25	C^2H^4O oxyde d'éthylène	— 6,1
$C^{10}H^{20}$	— 6,9	$C^2H^4Br^2$ bromure —	— 8,2
C^6H^6 benzine	— 7,2	C^2H^4O aldéhyde ord.	— 6,0
$C^{10}H^{16}$ térébenthène	— 9,4	C^2HCl^3O chloral	— 8,0
— citrène	— 9,5	— $+H^2O$ hydr. de —	— 21,9
CH^3I iod. de méthyle	— 6,5	— $+C^2H^6O$ alc. de —	— 22,5
$CHCl^3$ chloroforme	— 7,3	C^3H^8O alc. propyl.	— 9,95
CCl^4 perchlorure de C	— 7,2	C^3H^6O acétone	— 7,5
CH^2Cl^2 chl. de méthylène	— 6,4	$C^5H^{12}O$ alc. amylique	— 10,7
CH^4O alc. méthylique	— 8,45	— diméth. éth. carb.	— 9,45
$C^2H^4O^2$ form. de méthyle	— 6,9	$C^{16}H^{34}O$ alc cétylique	— 14,1
$C^3H^8O^2$ méthylal	— 6,8	CH^2O^2 acide formique	— 4,8
C^2H^6O alcool ordinaire	— 9,8	$C^2H^4O^2$ — acétique	— 5,1
$C^4H^{10}O$ éther	— 6,7	$C^4H^6O^3$ — — anhyd.	— 6,7
C^2H^5Cl chl. d'éthyle	— 6,45	C^2H^3OCl chlor. d'acétyle	— 6,2
C^2H^5Br bromure —	— 6,7	$C^4H^8O^2$ acide butyrique	— 10,1
C^2H^5I iodure —	— 7,5	$C^5H^{10}O^2$ — valérique	— 10,6
$C^4H^8O^2$ acétate —	— 10,9		

(412) *Transformations isomériques.*

Oxyg. en ozone O^3.	—29,6	C amorphe en diamant.	+ 3,0
S oct. en S ins. à 18°	0	P blanc en P rouge crist.	+ 19,2
S am. ins. en S am s.	+0,08	P blanc en P rouge amorp.	+20,7 à +9,3
S am. s. en S octaéd.	+0,08	(suivant variétés).	et —1,0
S prism. en S oct.	+0,08	Sb^2O^3 prism. en octaéd.	+ 1,2
Se vitr. en Se mét.	+5,60	As^2O^3 vitreux en opaque.	— 2,6
Te cr. en Te am.	+24,2	P^2O^5 crist. en amorphe.	+ 3,3
Si am. en Si crist.	+8,1	Aragon. en spath d'Isl.	+ 4,0

(413) *Chaleur de dissolution dans l'eau des corps gazeux* (1 mol. = $22^{lit},32$ $(1+\alpha t)$ à 760^{mm}).

Cl^2	+ 3,0	Cl^2O	+ 9,4
Br^2	+ 8,3	$BoCl^3$	+ 70,3
HCl	+ 17,4	$SiFl^4$	+ 22,3
HBr	+ 20,0	$BoFl^3$	+ 24,5
HI	+ 19,4	HFl	+ 11,8
H^2S	+ 4,75	CO^2	+ 5,6
H^2Se	+ 9,2	CyH	+ 6,1
AzH^3	+ 8,8	Cy^2	+ 6,8
SO^2	+ 7,7	$(CH^3)^2O$	+ 8,3

(414) *Chaleurs de fusion.*

	Formules.	P. de subst.	T. de fusion.	Calories.
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	60	+17	—2,5
— azotique anhydre	Az^2O^5	108	+29,5	—8,28
— — hydraté	AzO^3H	63	—47	—0,6
— chlorhydrique hydraté	$HCl,2H^2O$	72,5	—18	—2,47
— formique	CH^2O^2	46	+8,2	—2,43
— hypophosphoreux	PH^3O^2	66	+17	—2
— phosphoreux	PH^3O^3	82	+71	—3,1
— phosphorique	PH^3O^4	98	+42	—2,5
— — hydraté	PH^3O^4, 1/2 aq.	107	+27	—3,64
— sulfurique	SO^4H^2	98	+8	—0,86
— — hydraté	$SO^4H^2.H^2O$	116	+8,8	—3,68
Alcoolate de chloral	C^2HCl^3O,C^2H^6O	193,5	+46	—4,6 (?)
Argent	Ag	108	+907	—2,67
Azotate de potassium	$KAzO^3$	101	+306	—4,9
— de sodium	$NaAzO^3$	85	+333,5	—5,5
Benzine	C^6H^6	78	+4,5	—2,27
Bismuth	Bi	210	+265	—2,6
Brome	Br	80	—7,3(?)	—0,13
Bromure d'étain (per)	$SnBr^4$	438	+25	—3,14
Cadmium	Cd	112	+320	—1,62
Chlorure de calcium cristall.	$CaCl^2,6H^2O$	219	+28,5	—8,92
Chromate de sodium	$Na^2CrO^4,10H^2O$	345	+23	—12,32
Eau	H^2O	18	0	—1,43
Étain	Sn	118	+232,7	—1,72
Gallium	Ga	70	+30	—1,32
Glycérine	$C^3H^8O^3$	92	+17	—3,9
Hydrate de chloral	C^2HCl^3O,H^2O	165,5	+46	—5,5
Hyposulfite de sodium	$Na^2S^2O^3,5H^2O$	248	+48	—9,4
Iode	I	127	+113,6	—1,49
Mercure	Hg	200	—39,5	—0,56
Naphtaline	$C^{10}H^8$	128	+79	—4.6
Nitrobenzine	$C^6H^5AzO^2$	123	+3,0	—2,74
Palladium	Pd	106	+1500	—3,8
Phénol	C^6H^6O	94	+42	—2,34
— bromé	C^6H^5BrO	173	+64	—3,0
— bibromé	$C^6H^4Br^2O$	252	+40	—3,5
Phosphate de sodium	$Na^2HPO^4,12H^2O$	358	+36	—23,9
Phosphore	P	31	+44,2	—0,15
Platine	Pt	197,2	+1775	—5,36
Plomb	Pb	206	+335	—1,06
Soufre	S	32	+113,6	—0,30
Toluène bromé (para)	C^7H^7Br	171	+28,5	—3,44
Toluidine (para)	C^7H^9Az	107	+45	—3,83
Zinc	Zn	65	+415	—1,82

(415) *Formation des composés minéraux.*

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Chlorures, chlore gazeux.				
$H + Cl$	+ 22,0			+ 39,3
id. à 2000°	+ 26,0			
HCl conc. $+ Cl^2$				+ 9,4
HCl conc. $+ Br^2$ gaz				+ 9,1
$Cl + Br$ gaz		+ 4,6		
$Cl + I$ gaz		+ 9,8	+ 12,1	
$1Cl + Cl^2$				+ 15,7
S^2 sol. $+ Cl^2$	+ 11	+ 17,6		
$S + O + Cl^2$	+ 40,8	+ 47,2		
$SO^2 + Cl^2$	+ 13,2			
SO^3 gaz $+ ClH$	+ 13,4	+ 26,2		
$Se^2 + Cl^2$		+ 22,2		
$Se + Cl^4$		+ 46,2		
$Te + Cl^4$		+ 77,4		
$P + Cl^3$	+ 68,9	+ 75,8		
$P + Cl^5$			+ 107,8	
$PCl^3 + Cl^2$			+ 32,0	
$PCl^3 + O$		+ 66,6		
$As + Cl^3$	+ 61,0	+ 69,4		
$B + Cl^3$	+104,0	+108,5		
Si amorphe $+ Cl^4$	+151,3	+157,6		
$K + Cl$			+ 105,0	+ 100,8
$Na + Cl$			+ 97,3	+ 96,2
$Az + H^4 + Cl$			+ 76,7	+ 72,7
$Li + Cl$			+ 93,5	+ 101,9
$Ca + Cl^2$			+ 170,2	+ 187,6
$Sr + Cl^2$			+ 184,6	+ 195,6
$Ba + Cl^2$			x + 63,4	x + 65,4
$Mg + Cl^2$			+ 151	+ 187
$Al^2 + Cl^6$			+ 321,8	+ 475,6
$Mn + Cl^2$			+ 112	+ 128
$2CrCl^2 + Cl^2$ (vert)			+ 78,8	+ 102,8
Cr^2Cl^6 vert en violet, dissous				+ 18,8
Cr^2Cl^6 gris en vert, crist.			+ 5,4	
$2CrCl^2 + O$				+ 100,8
$Fe + Cl^2$			+ 82,0	+ 100,0
$Fe^2 + Cl^6$			+ 192,0	+ 255,4
$Zn + Cl^2$			+ 97,2	+ 112,8
$Cd + Cl^2$			+ 93,2	+ 96,2
$CdCl^2 + 2HCl + 7H^2O$			+ 40,2	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Pb + Cl^2$			+ 85,2	+ 78,4
$PbO + PbCl^2$			+ 6,6	
$Tl + Cl$			+ 48,6	+ 38,5
$Ni + Cl^2$			+ 74,6	+ 97,6
$Co + Cl^2$			+ 76,4	+ 94,8
$Sn + Cl^2$			+ 80,4	+ 81,2
$Sn + Cl^4$		+ 129,2		+ 157,4
$Au + Cl$			+ 5,8	
$Au + Cl^3$			+ 22,8	+ 27,3
$Cu^2 + Cl^2$			+ 71,2	
$Cu + Cl^2$			+ 51,6	+ 62,6
$3CuO + CuCl^2$			+ 1,2	
$3CuO + CuCl^2 + 4H^2O$ liq.			+ 23,0	
$Hg^2 + Cl^2$			+ 81,8	
$Hg + Cl^2$			+ 62,8	+ 59,6
$HgCl^2 + 2KCl$ dissous			+ 3,8	+ 0,8
$HgCl^2 + KCl$ dissous			+ 2,4	+ 0,4
$HgCl^2 + HgO$			+ 3,30	
$HgCl^2$ diss. $+ n HCl$ diss.				+ 1,0
$Ag + Cl$			+ 29,2	
$Bi + Cl^3$			+ 90,6	
$Sb + Cl^3$			+ 91,4	
$Sb + Cl^5$		+ 104,9		
$Sb + O + Cl$			+ 90,2	
$Sb^4 + O^5 + Cl^2$			+ 350,8	
$Pd + Cl^2$			+ 40,4	
$Pd + Cl^4 + 2KCl$			+ 79,0	+ 64,0
$Pt + Cl^2 + 2KCl$			+ 45,2	+ 41,8
$Pt + Cl^4 + 2KCl$			+ 89,4	+ 84,6
Bromures, brome gazeux (1).				
$H + Br$	+ 13,5			+ 33,5
I gaz $+ Br$			+ 11,9	
$S^2 + Br^2$			+ 10,0	
$P + Br^3$		+ 54,6		
$P + Br^5$			+ 83,0	
$PBr^5 + O$		+ 65,4		
$As + Br^3$			+ 59,1	
B amorphe $+ Br^3$		+ 73,1		
Si amorphe $+ Br^4$		+ 120,4		

1. A l'état liquide chaque atome Br dégage 4 calories de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues de la chaleur de vaporisation et les chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$K + Br$			+ 100,4	+ 95,0
$KBr + Br^2$			+ 10.9	+ 11,5
$Na + Br$			+ 90,7	+ 90,4
$nNaBr + HBr$			+ 10,8	
$Ca + Br^2$			+ 151,6	+ 176,0
$Sr + Br^2$			+ 168.0	+ 184,0
$Ba + Br^2$			x + 49,8	x + 53,8
$BaBr^2 + 2Br^2$				+ 20,8
$Al^2 + Br^6$			+ 265,2	+ 439,0
$Zn + Br^2$			+ 86,2	+ 101,2
$Cd + Br^2$			+ 84,2	+ 84,6
$Pb + Br^2$			+ 77,0	+ 67,0
$Tl + Br$			+ 46,4	
$Tl + Br^3$				+ 69,3
$Sn + Br^2$			+ 71	
$Sn + Br^4$		+ 114.4	+ 117,4	+ 134
$Cu^2 + Br^2$			+ 60	
$Cu + Br^2$			+ 42,8	+ 51,0
$Hg^2 + Br^2$			+ 78,4	
$Hg + Br^2$			+ 59,8	+ 56,4
$HgBr^2$ diss. + 4HBr diss.				+ 5,4
$HgBr^2$ diss. + KBr diss.			+ 3,1	+ 0,75
$Ag + Br$, amorphe			+ 24,7	
			à 27,7	
— crist.			+ 27,7	
$Sb + Br^3$			+ 76,9	
$Au + Br$			+ 5,0	
$Au + Br^3$			+ 24,1	+ 20,4
$Pt + Br^2 + 2KBr$			+ 42,0	
$Pt + Br^4 + 2KBr$			+ 79,6	+ 77,6
$Pd + Br^2$			+ 32,8	
$PbBr^2 + PbO$			+ 4,0	
$HgBr^2 + HgO$			+ 3,4	
Iodures, iode gazeux (1).				
$H + I$	— 0,8			+ 18,6
$S^2 + I^2$			+ 10,8	
$P^2 + I^4$			+ 41,4	
$P + I^3$, diss. d. CS^2			+ 26,7	+ 23,4
$PI^3 + I^2$ sol.			0	

1. A l'état solide chaque atome I dégage 5cal,4 de moins. Les chiffres suivants ont été calculés d'après les valeurs connues des chaleurs de fusion et de vaporisation et des chaleurs spécifiques.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
As + I^3			+ 28,8	
Si amorphe + I^4			+ 58,0	
K + I			+ 85,4	+ 80,1
KI + I^2			+ 10,8	+ 10,0
Na + I			+ 74,2	+ 75,5
Ca + I^2			+ 118,6	+ 146,2
Ba + I^2				x + 24,0
Al^2 + I^6			+ 172,6	+ 350.6
Zn + I^2			+ 60,0	+ 71.4
Cd + I^2			+ 55,8	+ 54,8
Pb + I^2			+ 52,8	
PbI^2 + HI + $5H^2O$ liq.			+ 23,3	
Tl + I			+ 35,6	
Cu^2 + I^2			+ 43,8	
Hg^2 + I^2			+ 58,4	
Hg + I^2, rouge			+ 44,8	
Hg + I^2, jaune			+ 41,8	
HgI^2 rouge + KI			+ 5,1	
HgI^2 rouge + 4HI dissous				+ 5,6
Ag + I, amorphe			+14,1 (1)	
Ag + I, cristall.			+ 19,7	
Sb + I^3			+ 45,4	
HI + 3AgI + $7H^2O$ liq.			+ 21,	
Au + I			+ 0,1	
P + I^2			+ 24,0	
Fluorures.			(2)	(3)
HFl + KHO			+ 38,2	+ 46,1
— + NaHO			+ 39,9	+ 46,3
2 — + CaH^2O^2			+ 66,6	+ 37,2
2 — + SrH^2O^2			+ 71,8	+ 35,8
2 — + BaH^2O^2			+ 71,4	+ 34,8
2 — + MgH^2O^2			+ 56,8	+ 30,4
2 — + PbH^2O^2			+ 32,8	+ 22,2
— + AgHO			+ 24,3	+ 7,3
KFl + HFl			+ 21,1	— 0,3
NaFl + HFl			+ 17,1	+ 0,3
$SiFl^4$ + 2HFl				+ 57,0
$SiFl^4$ + 2NaFl				+ 25,8

1. Puis 19,7. — 2. HFl gazeux ; l'eau éliminée, solide. — 3. Produit et composants dissous ou précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Sulfures (1).			(2)	(3)
$Az + S$			$-$ 31,9	
$H^2 + S$	+ 4,6			$-$ 9,2
$H^2S + nS$		$-$ 5,2		
Si amorphe $+ S^2$			+ 40,0	
C diamant $+ S^2$	$-$ 21,1	$-$ 15,4		
$K^2 + S$			+ 102,2	+ 112,4
K^2S diss. $+ S^5$			+ 12,4	+ 5,2
K^2S diss. $+ H^2S$			+ 19,0	+ 7,8
$Na^2 + S$			+ 88,4	+ 103,2
Na^2S diss. $+ S^5$ sol.			+ 10,2	+ 5,0
Na^2S diss. $+ H^2S$			+ 18 6	+ 7,8
$Li^2 + S$				+ 115,2
$Sr + S$			+ 95,2	+ 106,0
$Ca + S$			+ 92.0	+ 98,0
$Ba + S$			x — 31,2	
$Mg + S$			+ 79,6	
$Al^2 + S^5$ (4)			+ 124,4	
$Mn + S$			+ 45,2	
$Fe + S$			+ 23,8	
$Zn + S$			+ 43,0	
$Cd + S$			+ 34,0	
$Co + S$			+ 21,8	
$Ni + S$			+ 19,4	
$Pb + S$			+ 17,8	
$Tl^2 + S$			+ 21,6	
$Cu^2 + S$			+ 20,2	
$Cu + S$			+ 10,2	
$Hg + S$			+ 19,8	
$Ag^2 + S$			+ 3,0	
$Sb^2 + S^3$			+ 34,0	
Sb^2S^3 orangé en noir			0,0	
Oxydes.				
$H^2 + O$	+ 58,2	+ 69,0	+ 70,4	
$H^2 + O$ vers 2000°	+ 50,6			
— vers 4000°	+ 37,0			
$H^2O + O$				$-$ 21,6
$Cl^2 + O$	$-$ 15,2			$-$ 5,8

1. S solide : S gazeux dégage 1cal,3 de plus. — 2. H^2S gazeux. — 3. H^2S dissous. — 4. Les sulfures métalliques suivants précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cl^2 + O^5 + H^2O$				— 24,0
$Cl^2 + O^7 + H^2O$		— 30,8		+ 9,8
$ClO^4H + H^2O$		+ 12,6	+ 8,6(1)	
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				— 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				— 49,6
$I^2 + O$				<—10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$. hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$. tétrathion.				+ 202,6
$S + O^2$	+ 69.2			+ 76,8
$S + O^5$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^5 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0(1)	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				— 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,8
$Se + O^5 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^5 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	— 20,6	— 16,2		
$Az + O$	— 21,6			
$Az^2 + O^5$	— 22,2			— 8,4
$Az + O^2$	— 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	— 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^5 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	— 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^3H + 2H^2O$		+ 5.0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^5 + 3H^2O$		+244.2	+ 250,2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363,8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$. pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405,4
$As^2 + O^5$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^5			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^5 + 3H^2O$			+ 16,81	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100.2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 112,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$Sr O + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	$x + 28,0$
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$			+ 94,8	
$Mn + O^2$			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^3$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
$Ni + O$, hydraté			+ 61.4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11.2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
$Cd + O$, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 42.2	
$Hg + O$			+ 31,0	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^5$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20.0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^3$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 37,3			— 33,9
Cy + H	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
Cy + Cl	— 1,6	+ 9,9		
Cy + I gaz			+ 6,3	
Cy + K			+ 67,6	+ 64,7
Cy + Na			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 23,8	+ 20,8
Cy + Ag			+ 3,6	
KCy + O			+ 72,0	+ 69,7
Cy + H + S				+ 19.9
Cy + K + S			+ 87,8	+ 81,7
Cy + Na + S				+ 77.1
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43.6	
Cy + S + Ag			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,2
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6(1)
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,8
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,6
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4(2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$AgCy + KCy$			+ 11,2	
$HgCy^2 + KI$			+ 6,5	+ 2,7(1)
$HgCy^2 + KBr$			+ 3,9	+ 0,5(1)
$HgCy^2 + KCl$			+ 1,6	+ 0,15(1)
Composés divers.				
Si amorphe $+ H^4$	+ 32,9			
$P^4 + H^3$			+ 35,4	
$As + H^3$	+ 36,7			
$H^2 + nPt$			+ 17,4	
$H^2 + nPd$			+ 9,4	
$24Hg$ liq. $+ K^2$			+ 68,4	+ 51,4(2)
$8Hg$ liq. $+ K^2$			+ 58,6	
$3Hg$ sol. $+ K^2$			+ 32	
$12Hg$ liq. $+ Na^2$			+ 43,2	+ 37,6(2)
$8Hg$ liq. $+ Na^2$			+ 42,2	
$7Hg + 2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
$Az + H^3$	+ 12,2			+ 21,0
$Az + H^3 + O$				+ 19,0
$HCl + AzH^3$			+ 42,5	
$HBr + AzH^3$			+ 45,6	
$HI + AzH^3$			+ 44,2	
$HCy + AzH^3$			+ 20,5	
$H^2S + AzH^3$			+ 23,0	
$H^2Se + AzH^3$			+ 29,9	
AzO^3H gaz $+ AzH^3$			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz $+ AzH^3$			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz $+ AzH^3$			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide $+ AzH^3$			+ 17,0	
$C^4H^4O^3$ solide $+ AzH^3$			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide $+ AzH^3$			+ 22,9	
SO^4H^2 solide $+ 2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide $+ 2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^4$ solide $+ 2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 80,0	
$CO^2 + H^2O + AzH^3$			+ 30,4	
$P + H^3$	+ 11,6			
$PH^3 + HBr$			+ 23,0	
$PH^3 + HI$			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(416) *Formation des sels solides.*

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	AzO^5M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^5OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	$1/2\ SO^4M^2$. Sulfates.	$1/2\ C^2O^4M^2$. Oxalates.	$1/2\ C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	$1/2\ C^4H^4O^4M^2$. Succinates.	$C^4H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17.7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20.8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	— 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13.1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	
	Phtalates ortho	Phtalates méta	Phtalates para										
Na	+28,8	+25,2	+24,1										
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0										
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8										

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(417) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^5$	−11	$C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 0,1
$KBr + O^5$	−11,1	$2C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 5,5
$KI + O^5$	+44,1	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	+ 4,2
$KCl + O^4$	+ 7,5	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	+ 0.6
$NaCl + O^4$	+ 3,0	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	+ 1,0
$BaCl^2 + O^8$	+ 2,2	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	+ 3.0
$SO^3 + SO^4K^2$	+26,2	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	+ 1.8
SO^4H^2 solide + SO^4K^2	+15,0	$KCl + MgCl^2$	+ 3,0
SO^4H^2 solide + SO^4Na^2	+16,2	$2KCl + (MgCl^2, 6H^2O)$	+ 2.2
$CrO^3 + K^2CrO^4$	+ 3,8	$2KCl + CaCl^2$	+ 2,6
$IO^3H + IO^3K$	+ 3,1	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	+ 4,0
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	+ 3,8	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	+ 8,8
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	+ 6,6	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	+ 4.4

(418) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	+11,6	SO^4H^2 liq. + nH^2O, liq.	+17,0
— sol.	+14,1	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	+ 6,2
$HCl + 6,5\,H^2O$, liq.	+16,5	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racémique), sol.	+ 1,4
$HCl + nH^2O$, liq.	+17,4	AzH^3 gaz + H^2O, liq	+ 7,6
$HBr + 2H^2O$, liq.	+14,2	AzH^3 gaz + nH^2O, liq.	+ 8,8
$HBr + 4,5\,H^2O$, liq.	+17,5	$KHO + H^2O$, sol.	+ 8,9
$HBr + nH^2O$, liq.	+20,0	$KHO + 2H^2O$, sol.	+12,5
$HI + 3H^2O$, liq.	+15,6	$KHO + nH^2O$, liq.	+12.5
$HI + 4,5\,H^2O$, liq.	+17.0	$NaHO + nH^2O$, liq.	+ 9,8
$HI + 6.5\,H^2O$, liq.	+18,2	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,4
$HI + nH^2O$, liq.	+19.5	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	+10,2
$HFl + nH^2O$, liq.	+11'8	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	+18,2
AzO^3H liq. + $2H^2O$, liq.	+ 5,0	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24.8
AzO^3H liq. + 6,5 H^2O, liq.	+ 7,0	$(CH^3)^3Az$ gaz + 3,5 H^2O, liq.	+ 9,0
AzO^3H liq. + nH^2O, liq.	+ 7,2	— + nH^2O, liq.	+12,9
SO^4H^2 liq. + H^2O, liq.	+ 6,2		

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution ; liq., sol. et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(419) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^2H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	$1/2 C^2H^2O^4$ = 4 lit.	$1/2 SO^4H^2$ = 2 lit.	$1/2 H^2S$ = 8 lit.	HCy = 2 lit.	$1/2 CO^2$ = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2.9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12.7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13.9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13.9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11.9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(420) *Formation de quelques sels dissous.*
Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	$NaHO$ en exc. + 6HCl	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
+ 2HCl	+24,2	+ 2HBr	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	+ 2HI	+33,8
+ 2HCl	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + 3HBr	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	+ 4HBr	+36,8
+ 2HCl	+23,6	+ 3HCl	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	+ 4HCl	+23,0
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + 2HCl	+10,8
SnO^2 gél. + 4HCl	+ 3,0	+ 2HBr	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + 6HCl	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou 6HCl	+28,4	+ 2HCy, pr.	+44,8

(421) *Sels des acides polybasiques.*
1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8	»	11,2	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(122) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

		Calories.
HFl diss. +	NaHO	+ 16,3
SiH^2Fl^6 +	NaHO	+ 13,3
	2NaHO	+ 26,6
	3NaHO	+ 35,0
	6NaHO	+ 61,4
	12NaHO	+ 71,0
6FlH diss. +	SiO^2 pr.	+ 32,7
H^2S diss. +	NaHO	+ 7,7
	2NaHO	+ 7,8
H^2Se diss. +	NaHO	+ 7,4
	2NaHO	+ 7,6
$FeCy^6H^4$ diss. +	4KHO	+ 54
	2BaO	+ 56
	$4AzH^3$	+ 48,8
	2/3 Fe^2O^3 pr.	+ 25,2
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss. +	6KHO	+ 58
CySH diss. +	KHO	+ 14,0
	AzH^3	+ 12,55
AzO^2H diss. +	1/2 BaO	+ 9,3
	AzH^3	+ 8,8
	1/2 Ag^2O pr.	+ 3,4
1/4 Az^4O^3 diss. +	KHO	+ 5,3
	1/2 Ag^2O pr.	+ 11,1
ClO^4H dil. +	NaHO	+ 14,2
	1/2 BaO	+ 14,5
	AzH^3	+ 12,9
ClOH dil. +	KHO	+ 9,6
	NaHO	+ 9,5
	1/2 BaO	+ 9.8
IO^3H dil. +	KHO	+ 14,3
	2KHO	+ 14,7
$S^2O^3H^2$ dil. +	2NaHO	+ 27,0
SO^2 dil. +	2KHO	+ 31,8
	$2AzH^3$	+ 25,4
	BaO	+ 34,6
	KHO	+ 17,9
	AzH^3	+ 14,8
	1/2 BaO	+ 17,3 et 19,4
SeO^2 diss. +	2NaHO	+ 27,4
	NaHO	+ 14,8
SeO^3 diss. +	2NaHO	+ 30,4
	NaHO	+ 14,8
PH^3O^2 dil. +	NaHO	+ 15,2
PO^3H^3 dil. +	NaHO	+ 14,8
	2NaHO	+ 28,4
PO^3H dil. +	NaHO	+ 14,5
$P^2O^7H^4$ dil. +	2NaHO	+ 29.6
	4NaHO	+ 52,8
AsO^4H^3 diss. +	NaHO	+ 15
	2NaHO	+ 27,6
	3NaHO	+ 35,9
	6NaHO	+ 37,4

	Calories.
AsO^3H^3 diss. + NaHO	+ 13,8
AsO^3H^3 diss. + 2NaHO	+ 15,1
AsO^3H^3 diss. + 1/2 NaHO	+ 7,3
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8
CrO^3 dil. + KHO	+ 13,5
CrO^3 dil. + 2KHO	+ 25,4
$PtCl^4H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2
$C^3H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7
$C^5H^{10}O^2$ dil. + NaHO	+ 14,0
$C^5H^{10}O^2$ dil. + AzH^3	+ 12,7
$C^4H^6O^4$ diss. + 2NaHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + KHO	+ 13,6
$C^4H^6O^4$ diss. + 2KHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + $2AzH^3$	+ 23,0
$C^5H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12,5
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + 1/2 CaO	+ 13,9
$C^2H^4O^3$ glycol. diss. + AzH^3	+ 12,2
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + NaHO	+ 13,2
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + 2NaHO	+ 15,3
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + AzH^3	+ 12,1
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + NaOH	+ 12,7
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + 2NaOH	+ 25,2
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + 1/2BaO	+ 13,9

	Calories.
$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$,glyoxaldisulf.+$2AzH^3$	+ 32,6
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + NaHO	+ 13,1
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 2NaHO	+ 20,4
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 3NaHO	+ 26,4
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss.+NaHO	+ 13,6
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss.+1/2 BaO	+ 13,7
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss.+NaHO	+ 12,9
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss.+2NaHO	+ 20,5
$C^8H^6O^4$ orthophtalique diss.+NaHO	+ 14,7
$C^8H^6O^4$ orthophtalique diss.+2NaHO	+ 27,3
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + NaHO	+ 14,4
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 2NaHO	+ 28,0
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 3NaHO	+ 36,7
$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + 2NaHO	+ 26,7
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 1,2,3 NaOH	+14,6×1,2,3
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 4,5,6 NaOH	+13.0×4,5.6
C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO	+ 14,1
$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^7H^5(AzO^2)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz + NaHO	+ 9,3
$C^7H^6O^2$ benzoïque diss. + NaHO	+ 13,5
$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 13,7
— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— + 2NaHO	+ 21,7
— paroxybenz. diss. + NaHO	+ 13,0

	Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3
C^6H^6O phénol diss. + NaHO ou KHO	+ 7,9
C^6H^6O phénol diss. + AzH^3	+ 2,0
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH	+ 7,8
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO	+ 9,1
C^6H^5BrO diss. + NaHO	+ 8,6
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO	+ 9,3
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + AzH^3	+ 12,7
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 13,7
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + 1/2 BaO	+ 13,8
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 8.2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss + NaHO	+ 7,7
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO	+ 2,8
» β » + NaHO	+ 2,2
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO	+ 15,6
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO	+ 8,2
— + 2NaHO	+ 15,3
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO	+ 8,6
— + 2NaHO	+ 14,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO	+ 6,3
— + 2NaHO	+ 7,7
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO	+ 8,3
+ 2NaHO	+ 16,7
+ 3NaHO	+ 18,3
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO	+ 6,4
+ 2NaHO	+ 12,8
+ 3NaHO	+ 13,8

	Calories.
$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO	+ 8,0
— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
Alizarine + NaHO	+ 5,1
+ 2NaHO	+ 5,8
$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil.	+ 9,2
— + 1/2 H^2SO^4 dil	+ 10,8
C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil	+ 13,2
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15 2
+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 12,9
$(CH^3)^3Az$ triméthyl. diss. + HCl dil.	+ 9,0
+ $C^2H^4O^2$ dil.	+ 8,3
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
+ 1/2 CO^2 diss.	+ 4,4
$(CH^3)^4Az.OH$ diss. + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15,5
CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil	+ 0,1
$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil.	+ 7,4
Paratoluidine diss. + HCl dil	+ 8,2
Orthochloraniline diss. + HCl dil.	+ 6,3
Méta — diss. + HCl dil.	+ 6,6
Para — diss. + HCl dil.	+ 7,2
Nitraniline + HCl dil	+ 1,8
$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.	+ 1,8
Glycocolle diss. + HCl dil	+ 1,1
Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,0

(423) *Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments* (C diamant, les autres gazeux), *et chaleurs de combustion à pression constante* (*état actuel*).

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide	dissous.	
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe en diamant			+ 3,0		97
Oxyde de carbone $C + O$	+ 25,8				68,2
Acide carbonique $C + O^2$	+ 94		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone $CO + Cl^2$	+ 22,3				
Sulfure de carbone $C + S^2$	−10,55	− 7,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou $2(C + H)$	− 61,1				318,1
Éthylène $C^2 + H^4$ ou $2(C + H^2)$	− 15,4				341,4
Éthane $C^2 + H^6$ ou $2(C + H^3)$	+ 5,7				389,3
Méthane $C + H^4$	+ 18,5				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	− 46,5				466,5
Propylène $C^3 + H^6$	− 18,3				507,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 4,5				553,5
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 5,4	+ 10,6			804,4
Diamylène $(C^{10} + H^{20})$	+ 26,1	+ 33,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	− 12,0	− 5,0	− 2,7		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	− 82,8				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 4,7				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 22,8		1469,2
Citrène —	− 7,5	+ 2,0			1490
Térébenthène liq. —	+ 8,6	+ 17			1475
Térébène —		+ 42			1450
Cétène $C^{16}H^{32}$		+118			2490

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10}H^{8}$			− 26,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			− 37,1		1510,1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			− 48,1		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			− 31,2		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			− 47,3		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			− 46,6		1707,6
Phénanthrène —			− 39,4		1700,4
Rétène $C^{18}H^{18}$			− 13,1		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^{4} + O$	+ 53,6	+ 62		+ 64,0	170
— éthylique $C^{2} + H^{6} + O$	+ 60,7	+ 70,5		+ 73	324,5
Alc. propylique $C^{3} + H^{8} + O$, normal et secondaire.		+ 67,0		+ 70	478-491
Alcool butylique $C^{4} + H^{10} + O$, fermentation		+ 84,0		+ 86,9	633-637
— amylique $C^{5} + H^{12} + O$. isomères	+ 82,3	+ 93		+ 95,8	788-793
— caprylique $C^{5} + H^{18} + O$		+ 111			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+ 112		2565
— allylique $C^{3} + H^{6} + O$		+ 46		+ 48	442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^{5} + H^{10} + O$		+ 62			753
Allyldiméthylcarbinol $C^{6} + H^{12} + O$		+ 64			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 85			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+ 121			1509
Diallylméthylcarbinol $C^{8} + H^{14} + O$		+ 34			1201
Phénol $C^{6} + H^{6} + O$		+ 32,7	+ 35	+ 33	736,4
Glycol $C^{2} + H^{6} + O^{2}$		+ 111,7		+ 113,4	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+149		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+165,5	+169,4	+164	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+318,5	+313,5Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+305	+302 Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 50,8			+ 59,1	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 65,3	+ 72		+ 78	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 17,7	+ 23,8		+ 25,3	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6+H^{10}+O^5)$			+ 224 à 242		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+227		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+532		1355
Éthylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+102,7		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,2		
Aldéhydes.					
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 50,5	+ 56,5		+ 60,1	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+105,1			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+164,8			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 57,5	+ 65		+ 67,5	424
Aldéhyde propionique —		+ 69		+ 73	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 73			742
Diéthylacétone, —	+ 78,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 87,0				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 95,0				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gaz. ux.	liquide.	solide.	dissous.	
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 92				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 41			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 78			1063
Méthylal $C^3 + H^8 + O^2$	+117,3	+124,1		+127,3	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+128,0			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 63			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss				+ 14,2	
Éthers (1).					
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,3	+ 94,2		+ 95,3	232 liq.
— d'éthyle $C^5 + H^6 + O^2$	+101	+108,4		+110,5	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+117,1	+128		+128,4	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+ 185	+182,8	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+185,4	+196		+199,1	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+173			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+479,3		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+568,1		6601,9
Trioléine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+228			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,3		+ 50,3	311

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+149		694
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^3$		+155			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,5				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,1				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,2	+ 20,7			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,2	+ 37,6			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 38,5	+ 44,9			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,0	+ 37,7			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 22,8	+ 30,3			
Tribrom. d'éthyle C^2H^5Br liq. + Br^2 liq.		+ 2,3			
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 33,9	+ 40,5			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 13,7	+ 21,9			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 44,2	+ 50,2			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq.	+ 28,0	+ 35,3			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol.	+ 9,8	+ 19,2			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 81,8		+ 83,1	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^5 + O + Cl$	+ 67,9	+ 74,1			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq.		+ 64,6			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol.		+ 49,3			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 36,7		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 35,8		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^2$			+ 36,5		

(419) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^2H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	$1/2 C^2H^2O^4$ = 4 lit.	$1/2 SO^4H^2$ = 2 lit.	$1/2 H^2S$ = 8 lit.	HCy = 2 lit.	$1/2 CO^2$ = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2.9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12.7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13.9	13,4	13,5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13.9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11.9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,1	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(420) *Formation de quelques sels dissous.*
Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	$NaHO$ en exc. + $6HCl$	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15.0
+ $2HCl$	+24,2	+ $2HBr$	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	+ $2HI$	+33,8
+ $2HCl$	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + $3HBr$	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25.0	+ $4HBr$	+36,8
+ $2HCl$	+23,6	+ $3HCl$	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	+ $4HCl$	+23,0
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + $2HCl$	+10.8
SnO^2 gél. + $4HCl$	+ 3,0	+ $2HBr$	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + $6HCl$	+41,4	+ $2HI$, pr.	+35,8
+ 4 ou $6HCl$	+28,4	+ $2HCy$, pr.	+44,8

(421) *Sels des acides polybasiques.*
1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	34,7	34,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8	»	11,2	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
As + I^3			+ 28,8	
Si amorphe + I^4			+ 58,0	
K + I			+ 85,4	+ 80,1
KI + I^2			+ 10,8	+ 10,0
Na + I			+ 74,2	+ 75,5
Ca + I^2			+ 118,6	+ 146,2
Ba + I^2				x + 24,0
Al^2 + I^6			+ 172,6	+ 350,6
Zn + I^2			+ 60,0	+ 71,4
Cd + I^2			+ 55,8	+ 54,8
Pb + I^2			+ 52,8	
PbI^2 + HI + $5H^2O$ liq.			+ 23,3	
Tl + I			+ 35,6	
Cu^2 + I^2			+ 43,8	
Hg^2 + I^2			+ 58,4	
Hg + I^2, rouge			+ 44,8	
Hg + I^2, jaune			+ 41,8	
HgI^2 rouge + KI			+ 5,1	
HgI^2 rouge + 4HI dissous				+ 5,6
Ag + I, amorphe			+14,1 (1)	
Ag + I, cristall.			+ 19,7	
Sb + I^3			+ 45,4	
HI + 3AgI + $7H^2O$ liq.			+ 21,	
Au + I			+ 0,1	
P + I^2			+ 24,0	
Fluorures.			(2)	(3)
HFl + KHO			+ 38,2	+ 16,1
— + NaHO			+ 39,9	+ 16,3
2 — + CaH^2O^2			+ 66,6	+ 37,2
2 — + SrH^2O^2			+ 71,8	+ 35,8
2 — + BaH^2O^2			+ 71,4	+ 34,8
2 — + MgH^2O^2			+ 56,8	+ 30,4
2 — + PbH^2O^2			+ 32,8	+ 22,2
— + AgHO			+ 24,3	+ 7,3
KFl + HFl			+ 21,1	— 0,3
NaFl + HFl			+ 17,1	+ 0,3
$SiFl^4$ + 2HFl				+ 57,0
$SiFl^4$ + 2NaFl				+ 25,8

1. Puis 19,7. — 2. HFl gazeux ; l'eau éliminée, solide. — 3. Produit et composants dissous ou précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Sulfures (1).			(2)	(3)
$Az + S$			− 31,9	
$H^2 + S$	+ 4,6			− 9,2
$H^2S + nS$		− 5,2		
Si amorphe $+ S^2$			+ 40,0	
C diamant $+ S^2$	− 21,1	− 15,4		
$K^2 + S$			+ 102,2	+ 112,4
K^2S diss. $+ S^3$			+ 12,4	+ 5,2
K^2S diss. $+ H^2S$			+ 19,0	+ 7,8
$Na^2 + S$			+ 88,4	+ 103,2
Na^2S diss. $+ S^3$ sol.			+ 10,2	+ 5,0
Na^2S diss. $+ H^2S$			+ 18 6	+ 7,8
$Li^2 + S$				+ 115,2
$Sr + S$			+ 95,2	+ 106,0
$Ca + S$			+ 92.0	+ 98,0
$Ba + S$			x − 31,2	
$Mg + S$			+ 79,6	
$Al^2 + S^3$ (4)			+ 124,4	
$Mn + S$			+ 45,2	
$Fe + S$			+ 23,8	
$Zn + S$			+ 43,0	
$Cd + S$			+ 34,0	
$Co + S$			+ 21,8	
$Ni + S$			+ 19,4	
$Pb + S$			+ 17,8	
$Tl^2 + S$			+ 21,6	
$Cu^2 + S$			+ 20,2	
$Cu + S$			+ 10,2	
$Hg + S$			+ 19,8	
$Ag^2 + S$			+ 3.0	
$Sb^2 + S^3$			+ 34,0	
Sb^2S^3 orangé en noir			0,0	
Oxydes.				
$H^2 + O$	+ 58,2	+ 69,0	+ 70,4	
$H^2 + O$ vers 2000°	+ 50,6			
— vers 4000°	+ 37,0			
$H^2O + O$				− 21,6
$Cl^2 + O$	− 15,2			− 5,8

1. S solide : S gazeux dégage 1cal,3 de plus. — 2. H^2S gazeux. — 3. H^2S dissous. — 4. Les sulfures métalliques suivants précipités.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cl^2 + O^5 + H^2O$				— 24,0
$Cl^2 + O^7 + H^2O$		— 30,8		+ 9,8
$ClO^4H + H^2O$		+ 12,6	+ 8,6(1)	
$ClO^4H + 2H^2O$			+ 15,0	
$Br^2 + O$				— 12,4
$Br^2 + O^5 + H^2O$				— 49,6
$I^2 + O$				<—10,4
$I^2 + O^5$			+ 45,6	+ 43,8
$I^2 + O^5 + H^2O$			+ 48,6	+ 43,8
$I^2 + O^7 + H^2O$				+ 27,0
Si amorphe + O^2			+ 219,2	+ 207,4
$S^2 + O^2 + H^2O$, hyposulf.				+ 67,2
$S^2 + O^5 + H^2O$, dithion.				+ 206,6
$S^4 + O^5 + H^2O$, tétrathion.				+ 202,6
$S + O^2$	+ 69,2			+ 76,8
$S + O^5$	+ 91,8		+ 103,6	+ 141
S solide + $O^5 + H^2O$		+ 124	+ 124,8	+ 141
$SO^4H^2 + H^2O$		+ 6,2	+ 9,0(1)	
$2SO^3$ dissous + O, persulf.				— 27,6
$Se + O^2$			+ 57,6	+ 56,8
$Se + O^5 + H^2O$				+ 77,2
$Te + O^2$				+ 81,2
$Te + O^5 + H^2O$				+ 107,0
$Az^2 + O$	— 20,6	— 16,2		
$Az + O$	— 21,6			
$Az^2 + O^5$	— 22,2			— 8,4
$Az + O^2$	— 2,6	+ 1,7		
$Az^2 + O^5$	— 1,2	+ 3,6	+ 11,8	+ 28,6
$Az + O^5 + H$	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8
$Az^2 + O^5 + H^2O$	— 0,2	+ 14,2	+ 15,4	+ 28,6
$AzO^5H + 2H^2O$		+ 5,0		
$P^2 + O + 3H^2O$		+ 70,0	+ 74,8	+ 74,4
$P^2 + O^5 + 3H^2O$		+244,2	+ 250,2	+ 250,0
$P^2 + O^5$			+ 363,8	+ 405,4
P^2O^5 amorphe en crist.			+ 6,6	
$P^2O^5 + 4H^2O$, pyrophosph.			+ 39	
$P^2O^5 + 3H^2O$			+ 338	+ 405,4
$As^2 + O^5$			+ 154,6	+ 147,0
$As^2 + O^5$			+ 219,4	+ 225,4
$As^2O^5 + 3H^2O$			+ 6,8	
B^2 amorphe + O^5			+ 312,6	+ 319,8
$B^2O^5 + 3H^2O$			+ 16,8	

1. H^2O solide.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant			
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
Oxydes métalliques.				
$K^2 + O$			+ 97,2	+ 164,6
$K^2O + H^2O$			+ 42,4	
$Na^2 + O$			+ 100.2	+ 145,2
$Na^2O + H^2O$			+ 35,4	
$Li^2 + O$			+ 140,0	+ 166,6
$Li^2O + H^2O$			+ 13,4	
$Ca + O$			+ 112,0	+ 150,1
$CaO + H^2O$			+ 15	
$Sr + O$			+ 131,4	+ 158,2
$Sr\,O + H^2O$			+ 17,2	
$Ba + O$			x	$x + 28,0$
$BaO + H^2O$			+ 17,6	
$BaO + O$			+ 12,1	
$BaO^2 + H^2O$			+ 2,8	
$BaO^2 + H^2O^2$			+ 10,2	
$Mg + O + H^2O$			+ 149,8	
$Al^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 391,6	
$Mn + O$			+ 94,8	
$Mn + O^2$			+ 116,2	
$Mn^2 + O^7 + H^2O$				+ 178
$Cr^2O^3 + O^3$			+ 6,2	+ 8,4
$Fe + O$			+ 69,0	
$Fe^2 + O^3$			+ 191,2	
$Fe^3 + O^4$			+ 269	
$FeO + Fe^2O^3$			+ 9,0	
Ni + O. hydraté			+ 61.4	
$Ni^2 + O^3$, —			+ 122,2	
$Co + O$, —			+ 64,0	
$Co^2 + O^3$, —			+ 150,6	
$Au^2 + O^3$, —			— 11.2	
$Zn + O$, —			+ 86,4	
$Zn + O + H^2O$			+ 83,6	
Cd + O, hydraté			+ 66,4	
$Pb + O$			+ 51,0	
$PbO + H^2O$			+ 2,4	
$Pb + O^2$			+ 63,2	
$Tl^2 + O$			+ 43,0	+ 40,0
$Tl^2 + O + H^2O$			+ 46,2	+ 40,0
$Tl^2 + O^3 + 3H^2O$			+ 83,4	
$Cu^2 + O$			+ 42,0	
$Cu + O$			+ 40,4	

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$Cu + O + H^2O$			+ 38,0	
$Sn + O$, hydraté			+ 69,8	
$Sn + O^2$, —			+ 135,8	
$Hg^2 + O$			+ 42.2	
$Hg + O$			+ 31,0	
$Ag^2 + O$			+ 7,0	
$2Ag^2 + O^5$			+ 21,0	
$Pt + O$			+ 15,0	
$Pd + O$, hydraté			+ 20.0	
$Pd + O^2$, —			+ 30,4	
$Bi^2 + O^5$			+ 137,8	
$Sb^2 + O^3$			+ 167,4	
$Sb^2 + O^4$			+ 248,6	
$Sb^2 + O^5$			+ 228,8	
Composés cyaniques, Cy gazeux.				
C diamant + Az	— 37,3			— 33,9
Cy + H	+ 7,8	+ 13,5		+ 13,1
Cy + Cl	— 1,6	+ 9,9		
Cy + I gaz			+ 6,3	
Cy + K			+ 67,6	+ 64,7
Cy + Na			+ 60,4	+ 59,9
$Cy^2 + Ca$				+ 115,4
$Cy^2 + Sr$				+ 117,4
$Cy^2 + Ba$			$x - 8,6$	$x - 6,8$
$Cy^2 + Zn$			+ 58,6	
$Cy^2 + Cd$			+ 40,0	
$Cy^2 + Pd$			+ 23,6	
$Cy^2 + Hg$			+ 23,8	+ 20,8
Cy + Ag			+ 3,6	
KCy + O			+ 72,0	+ 69,7
Cy + H + S				+ 19.9
Cy + K + S			+ 87,8	+ 81,7
Cy + Na + S				+ 77.1
$Cy^2 + Hg + S^2$			+ 36,0	
$Cy^2 + Pb + S^2$			+ 43.6	
Cy + S + Ag			+ 16,5	
$Fe + H^4 + Cy^6$			+ 106,8	+ 107,2
$Fe + K^4 + Cy^6$			+ 365,2	+ 370,6 (1)
$Fe^7 + Cy^{18}$ = bleu de Prusse			+ 556,0	
$Fe^2 + H^6 + Cy^{12}$				+ 154,8
$Fe^2 + K^6 + Cy^{12}$			+ 557,4	+ 528,6
$HgCy^2 + 2KCy$			+ 17,6	+ 12,4 (2)

1. KCy dissous. — 2. Composants dissous.

Composants dans l'état actuel à 15°.	Chaleur de formation, le produit étant gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
$AgCy + KCy$			+ 11,2	
$HgCy^2 + KI$			+ 6,5	+ 2,7(1)
$HgCy^2 + KBr$			+ 3,9	+ 0,5(1)
$HgCy^2 + KCl$			+ 1,6	+ 0,15(1)
Composés divers.				
Si amorphe $+ H^4$	+ 32,9			
$P^4 + H^2$			+ 35,4	
$As + H^3$	+ 36,7			
$H^2 + n Pt$			+ 17,4	
$H^2 + n Pd$			+ 9,4	
24 Hg liq. $+ K^2$			+ 68,4	+ 51,4(2)
8 Hg liq. $+ K^2$			+ 58,6	
3 Hg sol. $+ K^2$			+ 32	
12 Hg liq. $+ Na^2$			+ 43,2	+ 37,6(2)
8 Hg liq. $+ Na^2$			+ 42,2	
$7 Hg + 2Na^2$			+ 60,8	
Sels ammoniacaux.				
$Az + H^3$	+ 12,2			+ 21,0
$Az + H^3 + O$				+ 19,0
$HCl + AzH^3$			+ 42,5	
$HBr + AzH^3$			+ 45,6	
$HI + AzH^3$			+ 44,2	
$HCy + AzH^3$			+ 20,5	
$H^2S + AzH^3$			+ 23,0	
$H^2Se + AzH^3$			+ 29,9	
AzO^5H gaz $+ AzH^3$			+ 41,9	
CH^2O^2 gaz $+ AzH^3$			+ 29,0	
$C^2H^4O^2$ gaz $+ AzH^3$			+ 26,0	
$C^7H^6O^2$ solide $+ AzH^3$			+ 17,0	
$C^2H^4O^3$ solide $+ AzH^3$			+ 21,5	
$C^6H^3(AzO^2)^3O$ solide $+ AzH^3$			+ 22,9	
SO^4H^2 solide $+ 2AzH^3$			+ 67,6	
$C^2H^2O^4$ solide $+ 2AzH^3$			+ 48,8	
$C^4H^6O^4$ solide $+ 2AzH^3$			+ 39,4	
SO^2 gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 64,8	
$2SO^2$ gaz $+ H^2O$ gaz $+ 2AzH^3$			+ 80,0	
$CO^2 + H^2O + AzH^3$			+ 30,4	
$P + H^3$	+ 11,6			
$PH^3 + HBr$			+ 23,0	
$PH^3 + HI$			+ 24,2	

1. Composants dissous. — 2. Dissous dans un excès de mercure.

(416) *Formation des sels solides.*

Acide hydraté solide + base hydratée solide = sel solide + eau solide.

La chaleur dégagée ne varie pas sensiblement avec la température.

Métal. M	AzO^3M. Nitrates.	CHO^2M. Formiates.	$C^2H^3O^2M$. Acétates.	$C^7H^5O^2M$. Benzoates.	$C^6H^2(AzO^2)^3OM$. Picrates.	C^6H^6OM. Phénates.	IO^3M. Iodates.	1/2 SO^4M^2. Sulfates.	1/2 $C^2O^4M^2$. Oxalates.	1/2 $C^4H^4O^6M^2$. Tartrates.	1/2 $C^4H^4O^4M^2$. Succinates.	$C^2H^3O^3M$. Glycolates.	C^2HO^3M. Glyoxylates.
K	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17.7	+31,5	+40,7	+29,4	+27,1	+23,2	+26,5	
Na	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»	+34,7	+26,5	+22,9	+20,0	+24,6	+26,8
1/2 Ba	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6	+33,0	+20.8(1)	»	»	»	
1/2 Sr	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»	+29,5	+21,3(1)	»	»	»	
1/2 Ca	»	+13,5	+10,6	+ 8,2	+ 8,5	»	»	+24,7	+18,9(1)	+16,7	»	+13,5	+15,6
1/2 Mn	»	+ 7,6	+ 4,5	»	»	»	»	+15,6	+13,2(1)	»	»	»	
1/2 Zn	»	+ 6,2	+ 3,3	»	— 1,2	»	»	+11,9	+11,5(1)	»	»	»	
1/2 Cu	»	+ 5,4	+ 4,3	»	+ 0,5	»	»	+10,5	»	»	»	»	
1/2 Pb	+19,7	+ 9,1	+ 5,1	»	+ 4,8	»	»	+19,9	+13,1	»	»	+ 8,4	
Ag	+18,0	»	+ 7,6	»	»	»	»	+17,9	+12,5	»	»	»	

	Phtalates ortho	Phtalates méta	Phtalates para
Na	+28,8	+25,2	+24,1
1/2 Pb	+ 9,7	+ 6,8	+ 8,0
Ag	+ 9,8	+ 8,8	+11,8

1. Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

(417) *Formation de quelques sels solides, les composants pris dans leur état actuel.*

	Calories.		Calories.
$KCl + O^5$	−11	$C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 0,1
$KBr + O^5$	−11,1	$2C^2H^4O^2$ solide + $C^2H^3NaO^2$	+ 5,5
$KI + O^5$	+44,1	$SO^4K^2 + SO^4Zn$	+ 4,2
$KCl + O^4$	+ 7,5	$SO^4K^2 + SO^4Cu$	+ 0,6
$NaCl + O^4$	+ 3,0	$SO^4K^2 + SO^4Mn$	+ 1,0
$BaCl^2 + O^8$	+ 2,2	$SO^4Na^2 + SO^4Zn$	+ 3.0
$SO^3 + SO^4K^2$	+26,2	$SO^4Na^2 + SO^4Mn$	+ 1.8
SO^4H^2 solide + SO^4K^2	+15,0	$KCl + MgCl^2$	+ 3,0
SO^4H^2 solide + SO^4Na^2	+16,2	$2KCl + (MgCl^2, 6H^2O)$	+ 2.2
$CrO^3 + K^2CrO^4$	+ 3,8	$2KCl + CaCl^2$	+ 2,6
$IO^3H + IO^3K$	+ 3,1	$CO^3K^2 + CO^3Na^2$	+ 4,0
$C^2H^2O^4 + C^2Na^2O^4$	+ 3,8	$SO^4K^2 + SO^4Mg$	+ 8,8
$C^4H^6O^6 + C^4H^4Na^2O^6$	+ 6,6	$SO^4Na^2 + SO^4Mg$	+ 4.4

(418) *Formation des hydrates secondaires vers 15°, en partant de l'eau liquide.*

	Calories.		Calories.
$HCl + 2H^2O$, liq.	+11,6	SO^4H^2 liq. + nH^2O, liq.	+17,0
— sol.	+14,1	$C^2H^2O^4 + 2H^2O$, sol.	+ 6,2
$HCl + 6,5\,H^2O$, liq.	+16,5	$C^4H^6O^6 + H^2O$ (ac. racé-	
$HCl + nH^2O$, liq.	+17,4	mique), sol.	+ 1,4
$HBr + 2H^2O$, liq.	+14,2	AzH^3 gaz + H^2O, liq	+ 7,6
$HBr + 4,5\,H^2O$, liq.	+17,5	AzH^3 gaz + nH^2O, liq.	+ 8,8
$HBr + nH^2O$, liq.	+20,0	$KHO + H^2O$, sol.	+ 8,9
$HI + 3H^2O$, liq.	+15,6	$KHO + 2H^2O$, sol.	+12,5
$HI + 4,5\,H^2O$, liq.	+17.0	$KHO + nH^2O$, liq.	+12.5
$HI + 6,5\,H^2O$, liq.	+18,2	$NaHO + nH^2O$, liq.	+ 9,8
$HI + nH^2O$, liq.	+19.5	$BaH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,4
$HFl + nH^2O$, liq.	+11'8	$BaH^2O^2 + nH^2O$, liq.	+10,2
AzO^3H liq. + $2H^2O$, liq.	+ 5,0	$BaO^2 + 10H^2O$, crist.	+18,2
AzO^3H liq. + $6,5\,H^2O$, liq.	+ 7,0	$SrH^2O^2 + 9H^2O$, crist.	+24,8
AzO^3H liq. + nH^2O, liq.	+ 7,2	$(CH^3)^3Az$ gaz + $3,5\,H^2O$, liq.	+ 9,0
SO^4H^2 liq. + H^2O, liq.	+ 6,2	— + nH^2O, liq.	+12,9

nH^2O correspond à l'emploi d'un excès d'eau et d'une grande dilution ; liq., sol. et crist. indiquent l'état liquide, solide ou cristallisé du produit de la réaction thermique.

(419) *Formation de quantités équivalentes de divers sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous et des bases dissoutes ou précipitées.*

	HCl = 2 lit.	AzO^3H = 2 lit.	$C^2H^4O^2$ = 2 lit.	CH^2O^2 = 2 lit.	$1/2 C^2H^2O^4$ = 4 lit.	$1/2 SO^4H^2$ = 2 lit.	$1/2 H^2S$ = 8 lit.	HCy = 2 lit.	$1/2 CO^2$ = 15 lit.
NaHO = 2 lit.	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2.9	10,2
KHO = 2 lit.	13,7	13,8	13,3	13,4	14.3	15.7	3,85	3,0	10,1
AzH^3 = 2 lit.	12,45	12,5	12,0	11,9	12.7	14,5	3,1	1,3	5,3
1/2 CaO = 25 lit.	14,0	13.9	13,4	13.5	18,5 pr.	15,6	3,9	3,2	9,8 pr.
1/2 BaO = 6 lit.	13,85	13.9	13,4	13,5	16,7	18,4 pr.	»	3,2	11,1
1/2 SrO = 10 lit.	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 pr.	»	3,1	10,5 pr.
1/2 MgO pr. (1)	13,8	13,8	»	»	»	15,6	»	»	9,0
1/2 MnO pr.	11,8	11,7	11,3	10,7	14,3	13,5	5,1 pr.	»	6,8 crist.
1/2 FeO pr.	10.7	»	9,9	»	»	12,5	7,3	»	5,0
1/2 NiO pr.	11,3	»	»	»	»	13.1	»	»	»
1/2 CoO pr.	10,6	»	»	»	»	13,3	»	»	»
1/2 CdO pr.	10,1	10,1	»	»	»	11.9	»	7,2 pr.	»
1/2 ZnO pr.	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 pr.	5,5
1/2 PbO pr.	10,7 crist.	7,7	6,5	6,6	12,8	10,7 pr.	13,3	»	6,7
1/2 CuO pr.	7,5	7,5	6,2	6,6	»	9,2	15,8	»	2,4
1/2 HgO pr. (2)	9,45	»	3,0	»	7,0	»	24,35	15,5	»
1/2 Ag^2O pr. (3)	20,4	5,2	4,7	»	12,9	7,2	27,9	20,9	6,9
1/6 Al^2O^3 hydr.	9,3	»	»	»	»	10,5	»	»	»
1/6 Fe^2O^3 hydr.	5,9	5,9	4,5	»	»	5,7	»	»	»
1/6 Cr^2O^3 des sels viol.	6,9	»	»	»	»	8,2	»	»	»

1. Avec les oxydes insolubles, on a dissous l'équivalent d'acide dans 4 litres d'eau.
2. 1/2 HgO + HBr dissous = + 13,7 ; + HI dissous = HgI^2 rouge + 23,2.
3. 1/2 Ag^2O + HBr dissous = 22,5 à 25,5 ; + HI dissous + 26,5, puis 32,1.

(420) *Formation de quelques sels dissous.*
Acides dissous, base précipitée, vers 15°.

	Calor.		Calor.
1/3 $Gl^2O^3 + SO^4H^2$	+16,0	Cr^2O^3 préparé par	
$LaO + 2HCl$	+25,0	$NaHO$ en exc. + 6HCl	+20,0
$CeO + SO^4H^2$	+26,0	$Cu^2O + 2HCl$	+15,0
+ 2HCl	+24,2	+ 2HBr	+20,8
$DiO + SO^4H^2$	+25,6	+ 2HI	+33,8
+ 2HCl	+24,0	1/2 Au^2O^3 hydr. + 3HBr	+29,1
$YO + SO^4H^2$	+25,0	+ 4HBr	+36,8
+ 2HCl	+23,6	+ 3HCl	+18,5
$ErO + 2C^2H^4O^2$	+18,4	+ 4HCl	+23,0
$SnO + 2HCl$	+ 2,8	PdO hydr. + 2HCl	+10,8
SnO^2 gél. + 4HCl	+ 3,0	+ 2HBr	+14,8
Cr^2O^3 (du chlorure + 6HCl	+41,4	+ 2HI, pr.	+35,8
+ 4 ou 6HCl	+28,4	+ 2HCy, pr.	+44,8

(421) *Sels des acides polybasiques.*
1 équivalent de base alcaline dissous dans 2 litres d'eau et l'acide dans un volume d'eau équivalent vers 15°.

	Mol. de base.	NaHO	KHO	AzH^3	1/2 BaO. (= 6 litres)
SO^4H^2	1	+14,7	+14,6	+ 13,6	»
	2	31,7	31,4	29,0	»
$C^2H^2O^4$	1	13,8	13,8	»	»
	2	28,6	28,6	25,4	»
$C^4H^6O^6$	1	12,9	»	»	»
	2	25,9	»	»	»
CO^2	1	11,0	11,1	9,7	»
	2	20,2	20,4	12,4 à 10,6	»
Bo^2O^3	1	11,6	»	8	»
	2	19,8 (var.)	»	11,6	»
$C^6H^8O^7$	1er	12,6 } 38,7	»	11,2 } 33,9	+13,4
	2e	12,8	»	11,2	14,3
	3e	13,2	»	11,5	39,5 crist.
	4e	0,8 à 0	»	0,2	
PO^4H^3 (1)	1er	14,7	»	13,5	15,1 } 30,3
	2e	11,6	»	12,8 puis 9,3	10,3
	3e	7,3	»	6,8 puis 0,2	5,1
	4e	1,6	»	»	»
IO^6H^5	1er	»	5,55	»	»
	2e	»	21,45	»	»
	3e	»	3,1	»	»
	4-5e	»	3,1	»	»

1. PO^4H^3 + 1/2, 2/2, 3/2 CuO = + 14,8, + 9,7, + 5,4.
— + — SrO = + 15,0, + 10,3, + 5,0.

(422) *Formation des sels dissous vers 15°.*

Acide dissous, base diluée (sauf indications).

		Calories.
HFl diss. +	$NaHO$	+ 16,3
SiH^2Fl^6 +	$NaHO$	+ 13,3
	+ $2NaHO$	+ 26,6
	+ $3NaHO$	+ 35,0
	+ $6NaHO$	+ 61,4
	+ $12NaHO$	+ 71,0
$6FlH$ diss. +	SiO^2 pr.	+ 32,7
H^2S diss. +	$NaHO$	+ 7,7
	$2NaHO$	+ 7,8
H^2Se diss. +	$NaHO$	+ 7,4
	$2NaHO$	+ 7,6
$FeCy^6H^4$ diss. +	$4KHO$	+ 54
	$2BaO$	+ 56
	$4AzH^3$	+ 48,8
	$2/3\ Fe^2O^3$ pr.	+ 25,2
$Fe^2Cy^{12}H^6$ diss. +	$6KHO$	+ 58
$CySH$ diss. +	KHO	+ 14,0
	AzH^3	+ 12,55
AzO^2H diss. +	$1/2\ BaO$	+ 9,3
	AzH^3	+ 8,8
	$1/2\ Ag^2O$ pr.	+ 3,4
$1/4\ Az^4O^3$ diss. +	KHO	+ 5,3
	$1/2\ Ag^2O$ pr.	+ 11,1
ClO^4H dil. +	$NaHO$	+ 14,2
	$1/2\ BaO$	+ 14,5
	AzH^3	+ 12,9

		Calories.
$ClOH$ dil. +	KHO	+ 9,6
	$NaHO$	+ 9,5
	$1/2\ BaO$	+ 9,8
IO^3H dil. +	KHO	+ 14,3
	$2KHO$	+ 14,7
$S^2O^3H^2$ dil. +	$2NaHO$	+ 27,0
SO^2 dil. +	$2KHO$	+ 31,8
	$2AzH^3$	+ 25,4
	BaO	+ 34,6
	KHO	+ 17,9
	AzH^3	+ 14,8
	$1/2\ BaO$	+ 17,3 et 19,4
SeO^2 diss. +	$2NaHO$	+ 27,4
	$NaHO$	+ 14,8
SeO^3 diss. +	$2NaHO$	+ 30,4
	$NaHO$	+ 14,8
PH^3O^2 dil. +	$NaHO$	+ 15,2
PO^3H^3 dil. +	$NaHO$	+ 14,8
	$2NaHO$	+ 28,4
PO^3H dil. +	$NaHO$	+ 14,5
$P^2O^7H^4$ dil. +	$2NaHO$	+ 29,6
	$4NaHO$	+ 52,8
AsO^4H^3 diss. +	$NaHO$	+ 15
	$2NaHO$	+ 27,6
	$3NaHO$	+ 35,9
	$6NaHO$	+ 37,4

	Calories.
AsO^5H^3 diss. + NaHO	+ 13,8
AsO^5H^3 diss. + 2NaHO	+ 15,1
AsO^5H^3 diss. + 1/2 NaHO	+ 7,3
SiO^2 gél. + NaHO	+ 4,3 (var.)
SnO^2 gél. + NaHO	+ 4,8
CrO^3 dil. + KHO	+ 13,5
CrO^3 dil. + 2KHO	+ 25,4
$PtCl^4H^2$ dil. + 2NaHO	+ 27,2
$C^5H^6O^2$ dil. + 1/2 BaO	+ 13,4
$C^4H^8O^2$ dil. + NaHO	+ 13,7
$C^5H^{10}O^2$ dil. + NaHO	+ 14,0
$C^5H^{10}O^2$ dil. + AzH^3	+ 12,7
$C^4H^6O^4$ diss. + 2NaHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + KHO	+ 13,6
$C^4H^6O^4$ diss. + 2KHO	+ 26,4
$C^4H^6O^4$ diss. + $2AzH^3$	+ 23,0
$C^5H^6O^3$ acrylacét. diss. + NaHO	+ 12,5
$C^2H^4O^2$ glycol. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^2H^4O^2$ glycol. diss. + 1/2 CaO	+ 13,9
$C^2H^4O^2$ glycol. diss. + AzH^3	+ 12,2
$C^3H^6O^3$ lactique diss. + NaHO	+ 13,5
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + NaHO	+ 13,2
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + 2NaHO	+ 15,3
$C^2H^2O^3$ glyoxyl. diss + AzH^3	+ 12,1
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + NaOH	+ 12,7
$C^4H^6O^6$ tartr. diss. + 2NaOH	+ 25,2
$C^2H^6SO^4$ iséthion. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + NaOH	+ 13,7
— éthylsulfur. diss. + 1/2BaO	+ 13,9

	Calories.
$C^2H^2O^2(SO^3H^2)^2$,glyoxaldisulf.+$2AzH^3$	+ 32,6
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + NaHO	+ 13,1
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 2NaHO	+ 20,4
$C^7H^6O^5$ gallique diss. + 3NaHO	+ 26,4
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss.+NaHO	+ 13,6
$C^6H^6SO^3$, phénylsulf. diss.+1/2 BaO	+ 13,7
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss.+NaHO	+ 12,9
$C^7H^6O^4$, protocatéch. diss.+2NaHO	+ 20,5
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss.+NaHO	+ 14,7
$C^5H^6O^4$ orthophtalique diss.+2NaHO	+ 27,3
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + NaHO	+ 14,4
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 2NaHO	+ 28,0
$C^7H^4O^7$ méconique, diss. + 3NaHO	+ 36,7
$C^7H^{12}O^6$ quinique, diss. + NaHO	+ 13,2
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + NaHO	+ 13,6
$C^{10}H^{16}O^4$ camphor. diss. + 2NaHO	+ 26,7
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 1,2,3 NaOH	+14,6×1,2,3
$C^{12}H^6O^{12}$ melliq. diss. + 4,5,6 NaOH	+13,0×4,5,6
C^2H^3ClO, chloracét. dil. + NaHO	+ 14,4
C^2HCl^3O, trichloracét. dil. + NaHO	+ 14,1
$C^2H^5AzO^2$, glycocolle + NaHO	+ 2,9
$C^7H^5(AzO^2)O^2$ nitrobenz. + NaHO	+ 12,8
$C^7H^5(AzH^2)O^2$ amidobenz + NaHO	+ 9,3
$C^7H^6O^2$ benzoïque diss. + NaHO	+ 13,5
$C^7H^6O^3$ salicyl. diss. + NaHO	+ 12,9
— + 2NaHO	+ 13,7
— métaoxybenz. diss. + NaHO	+ 12,8
— + 2NaHO	+ 21,7
— paroxybenz. diss. + NaHO	+ 13,0

	Calories.
$C^7H^6O^3$ paroxybenz. diss. + 2NaHO	+ 23,3
C^6H^6O phénol diss. + NaHO ou KHO	+ 7,9
C^6H^6O phénol diss. + AzH^3	+ 2,0
C^6H^5ClO, méta, diss. + NaOH	+ 7,8
$C^6H^4Cl^2O$, méta, diss. + NaHO	+ 9,1
C^6H^5BrO diss. + NaHO	+ 8,0
$C^6H^5(AzO^2)O$ ortho, diss. + NaHO	+ 9,3
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + AzH^3	+ 12,7
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 13,7
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + 1/2 BaO	+ 13,8
$C^6H^5(AzO^2)^3O$ diss. + NaHO	+ 8,2
$C^6H^4(CH^3)OH$ para et méta diss + NaHO	+ 7,7
$C^{10}H^8O$ naphtol α crist. + NaHO	+ 2,8
» β » + NaHO	+ 2,2
$C^6H^6O^2$ résorcine diss. + 2NaHO	+ 15,6
$C^7H^6O^2$ orcine diss. + NaHO	+ 8,2
— + 2NaHO	+ 15,3
$C^6H^6O^2$ hydroquinone + NaHO	+ 8,6
— + 2NaHO	+ 14,4
$C^6H^6O^2$ pyrocatéchine + NaHO	+ 6,3
— + 2NaHO	+ 7,7
$C^7H^8O^2$ saligénine diss. + NaHO	+ 6,6
$C^6H^6O^3$ phloroglucine + NaHO	+ 8,3
+ 2NaHO	+ 16,7
+ 3NaHO	+ 18,3
$C^6H^6O^3$ pyrogallol + NaHO	+ 6,4
+ 2NaHO	+ 12,8
+ 3NaHO	+ 13,8

	Calories.
$C^7H^6O^2$ aldéhyde salicyl. + NaHO	+ 8,0
— — paroxybenz. + NaHO	+ 9,1
Aldéhyde méthylprotocatéch. + NaHO	+ 9,3
Alizarine + NaHO	+ 5,1
+ 2NaHO	+ 5,8
$C^6H^{14}O^6$ mannite diss. + KHO ou NaHO	+ 1,1 var.
$C^3H^8O^3$ glycérine diss. + NaHO diss.	+ 0,5 var.
AzH^3O hydroxylam. diss. + HCl dil.	+ 9,2
— + 1/2 H^2SO^4 dil	+ 10,8
C^2H^5,AzH^2 éthylam. diss. + HCl dil	+ 13,2
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 15 2
+ $C^2H^4O^2$ di.l...	+ 12,9
$(CH^3)^3Az$ triméthyl. diss. + HCl dil.	+ 9,0
+ $C^2H^4O^2$ dil. ..	+ 8,3
+ 1/2 SO^4H^2 dil.	+ 10,9
+ 1/2 CO^2 diss..	+ 4,4
$(CH^3)^4Az.OH$ diss. + 1/2 SO^4H^2 dil..	+ 15,5
CH^4Az^2O urée diss. + HCl dil.....	+ 0,1
$C^6H^5AzH^2$ aniline diss. + HCl dil...	+ 7,4
Paratoluidine diss. + HCl dil.....	+ 8,2
Orthochloraniline diss. + HCl dil..	+ 6,3
Méta — diss. + HCl dil..	+ 6,6
Para — diss. + HCl dil..	+ 7,2
Nitraniline + HCl dil.....	+ 1,8
$(C^2H^5)^3SbO$ diss. + SO^4H^2 dil.. ..	+ 1,8
Glycocolle diss. + HCl dil	+ 1,1
Acide amidobenzoïq. diss. + HCl dil.	+ 2,8
Méthylquinine + 1/2 SO^4H^2 dil... .	+ 10,0

(423) *Chaleurs de formation des composés organiques depuis les éléments* (C diamant, les autres gazeux), *et chaleurs de combustion à pression constante* (*état actuel*).

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide	dissous.	
Composés simples et hydrocarbures.					
C amorphe ou diamant			+ 3,0		97
Oxyde de carbone $C + O$	+ 25,8				68,2
Acide carbonique $C + O^2$	+ 94		+100,1	+ 99,6	
Oxychlorure de carbone $CO + Cl^2$	+ 22,3				
Sulfure de carbone $C + S^2$	−10,55	− 7,7			
Acétylène $C^2 + H^2$ ou $2(C + H)$	− 61,1				318,1
Éthylène $C^2 + H^4$ ou $2(C + H^2)$	− 15,4				341,4
Éthane $C^2 + H^6$ ou $2(C + H^3)$	+ 5,7				389,3
Méthane $C + H^4$	+ 18,5				213,5
Allylène $C^3 + H^4$	− 46,5				466,5
Propylène $C^3 + H^6$	− 18,3				507,3
Propane $C^3 + H^8$	+ 4,5				553,5
Amylène $C^5 + H^{10}$	+ 5,4	+ 10,6			804,4
Diamylène ($C^{10} + H^{20}$)	+ 26,1	+ 33,0			1597
Benzine $C^6 + H^6$	− 12,0	− 5,0	− 2,7		776
Dipropargyle $C^6 + H^6$	− 82,8				853,6 gaz
Diallyle $C^6 + H^{10}$	+ 4,7				904,3 gaz
Camphène crist. inactif $C^{10} + H^{16}$			+ 22,8		1469,2
Citrène —	− 7,5	+ 2,0			1490
Térébenthène liq. —	+ 8,6	+ 17			1475
Térébène —		+ 42			1450
Cétène $C^{16}H^{32}$		+118			2490

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Naphtaline $C^{10}H^8$			− 26,7		1242,7
Diphényle $C^{12} + H^{10}$			− 37,1		1510,1
Acénaphtène $C^{12} + H^{10}$			− 48,1		1521,2
Dibenzyle $C^{14} + H^{14}$			− 31,2		1830,2
Stilbène $C^{14} + H^{12}$			− 47,3		1777,3
Anthracène $C^{14} + H^{10}$			− 46,6		1707,6
Phénanthrène —			− 39,4		1700,4
Rétène $C^{18}H^{18}$			− 13,1		2326,1
Alcools.					
Alcool méthylique $C + H^4 + O$	+ 53,6	+ 62		+ 64,0	170
— éthylique $C^2 + H^6 + O$	+ 60,7	+ 70,5		+ 73	324,5
Alc. propylique $C^3 + H^8 + O$, normal et secondaire.		+ 67,0		+ 70	478-491
Alcool butylique $C^4 + H^{10} + O$, fermentation		+ 84,0		+ 86,9	633-637
— amylique $C^5 + H^{12} + O$. isomères	+ 82,3	+ 93		+ 95,8	788-793
— caprylique $C^8 + H^{18} + O$		+ 111			1262
— éthalique $C^{16} + H^{34} + O$			+ 112		2565
— allylique $C^3 + H^6 + O$		+ 46		+ 48	442,6
Éthylvinylcarbinol, $C^5 + H^{10} + O$		+ 62			753
Allyldiméthylcarbinol $C^6 + H^{12} + O$		+ 64			914
Allyldipropylcarbinol $C^{10} + H^{20} + O$		+ 85			1545
Menthol $C^{10}H^{20} + O$		+ 121			1509
Diallylméthylcarbinol $C^8 + H^{14} + O$		+ 34			1201
Phénol $C^6 + H^6 + O$		+ 32,7	+ 35	+ 33	736,4
Glycol $C^2 + H^6 + O^2$		+ 111,7		+ 113,4	283

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Propylglycols $C^3 + H^8 + O^2$		+127			431 à 436
Pinacone $C^6 + H^{14} + O^2$			+149		898
Glycérine $C^3 + H^8 + O^3$		+165,5	+169,4	+164	392,5
Mannite, dulcite $C^6 + H^{14} + O^6$			+318,5	+313,5Mn	728,5
Glucose $C^6H^{12}O^6$ et isomères			+305	+302 Gl	673
Oxyde de méthyle $C^2 + H^6 + O$	+ 50,8			+ 59,1	344,2
— d'éthyle (éther) $C^4 + H^{10} + O$	+ 65,3	+ 72		+ 78	649
— d'éthylène $C^2 + H^4 + O$	+ 17,7	+ 23,8		+ 25,3	308,4 gaz
Polyglucosides (amidon, gommes, etc.) $n(C^6+H^{10}+O^5)$			+ 224 à 242		667 à 685
Cellulose (coton) $C^6 + H^{10} + O^5$			+227		682
Saccharose $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ et isomères			+532		1355
Éthylate de sodium $C^2 + H^5 + Na + O$			+102,7		
Méthylate — $C + H^3 + Na + O$			+ 95,2		
Aldéhydes.					
Aldéhyde $C^2 + H^4 + O$	+ 50,5	+ 56,5		+ 60,1	269,5
Aldol $C^4 + H^8 + O^2$		+105,1			546,9
Paraldéhyde $C^6 + H^{12} + O^3$		+164,8			813,2
Acétone $C^3 + H^6 + O$	+ 57,5	+ 65		+ 67,5	424
Aldéhyde propionique —		+ 69		+ 73	420
— valérique $C^5 + H^{10} + O$		+ 73			742
Diéthylacétone, —	+ 78,1				736,9
Dipropylacétone $C^7 + H^{14} + O$	+ 87,0				1053,9
Diisopropylacétone —	+ 95,0				1045,7

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Méthylhexylacétone $C^8 + H^{16} + O$	+ 92				1211,8
Aldéhyde crotonique $C^4 + H^6 + O$		+ 41			542,3
Œnanthol $C^7 + H^{14} + O$		+ 78			1063
Méthylal $C^3 + H^8 + O^2$	+117,3	+124,1		+127,3	434
Acétal $C^6 + H^{14} + O^2$		+128,0			918,6
Oxyde de mésityle $C^6 + H^{10} + O$		+ 63			846,1
Glyoxal $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5K^2$ diss.				+ 15,0	
— $C^2H^2O^2$ diss. + $S^2O^5Az^2H^8$ diss				+ 14,2	
Éthers (1).					
Formiate de méthyle $C^2 + H^4 + O^2$	+ 87,3	+ 94,2		+ 95,3	232 liq.
— d'éthyle $C^3 + H^6 + O^2$	+101	+108,4		+110,5	380,6 liq.
Acétate — $C^4 + H^8 + O^2$	+117,1	+128		+128,4	524
Oxalate de méthyle $C^4 + H^6 + O^4$			+ 185	+182,8	398
— d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^4$	+185,4	+196		+199,1	550
Carbonate de méthyle $C^3 + H^6 + O^3$		+149			339,7
— d'éthyle $C^5 + H^{10} + O^3$		+173			642,2
Trilaurine $C^{39} + H^{74} + O^6$			+479,3		5707,7
Trimyristine $C^{45} + H^{86} + O^6$			+568,1		6601,9
Trioleine $C^{57} + H^{104} + O^6$		+228			8718
Azotate d'éthyle $C^2 + H^5 + Az + O^3$		+ 49,3		+ 50,3	311

1. La chaleur de formation à l'état liquide se calcule approximativement en ajoutant les chaleurs de formation de l'alcool et de l'acide, et retranchant celle de l'eau liquide et 2,0 par chaque équivalent d'alcool.

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Nitroglycérine $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$		+ 98			356,5
Nitromannite $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$			+149		691
Acétylacétate d'éthyle $C^6 + H^{10} + O^3$		+155			754
Composés chlorés, bromés, iodés.					
Chlorure de méthyle $C + H^3 + Cl$	+ 28,5				
Bromure — $C + H^3 + Br$ gaz	+ 17,1				
Iodure — $C + H^3 + I$ gaz	+ 14,2	+ 20,7			
Bichlorure de méthylène $C + H^2 + Cl^2$	+ 31,2	+ 37,6			
Chlorure d'éthyle $C^2 + H^5 + Cl$	+ 38,5	+ 44,9			
Bromure — $C^2 + H^5 + Br$ gaz	+ 31,0	+ 37,7			
Iodure — $C^2 + H^5 + I$ gaz	+ 22,8	+ 30,3			
Tribrom. d'éthyle C^2H^5Br liq. + Br^2 liq.		+ 2,3			
Chlorure d'éthylidène $C^2 + H^4 + Cl^2$	+ 33,9	+ 40,5			
Bromure d'éthylène $C^2 + H^4 + Br^2$ gaz	+ 13,7	+ 21,9			
Chlorhydrate d'amylène $C^5 + H^{11} + Cl$	+ 44,2	+ 50,2			
Bromhydrate — $C^5 + H^{11} + Br$ liq.	+ 28,0	+ 35,3			
Iodhydrate — $C^5 + H^{11} + I$ sol.	+ 9,8	+ 19,2			
Monochlorh. glycol $C^2 + H^5 + Cl + O$		+ 81,8		+ 83,1	
Chlorure d'acétyle $C^2 + H^3 + O + Cl$	+ 67,9	+ 74,1			
Bromure — $C^2 + H^3 + O + Br$ liq.		+ 64,6			
Iodure — $C^2 + H^3 + O + I$ sol.		+ 49,3			
Phénol monobromé $C^6 + H^5 + O + Br$			+ 36,7		
— bibromé $C^6 + H^4 + O + Br^2$			+ 35,8		
— tribromé $C^6 + H^3 + O + Br^2$			+ 36,5		

	Chaleur de formation, le produit étant				Chaleur de combustion.
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
Composés azotés.					
Ethylamine $C^2 + H^7 + Az$	+ 19,8			+ 32,7	409.7
Triméthylamine $C^3 + H^9 + Az$	— 9,5			+ 3,4	592
Chlorhydr. de triméthylam. C^3H^9Az gaz + HCl gaz.			+ 39.8	+ 39,3	
Oxamide $C^2 + H^4 + Az^2 + O^2$			+140		286
Fulminate de mercure $C^2 + Az^2 + Hg + O^2$			+ 62,9		250.9(Hg lib.)
Poudre-coton $C^{24} + H^{20} + Az^{11} + O^{42}$			+624		2633
Nitrobenzine $C^6 + H^5 + Az + O^2$		+ 4,2	+ 6,9		732
Binitrobenzine $C^6 + H^4 + Az^2 + O^4$		+ 12,7			689
Acide picrique $C^6 + H^3 + Az^3 + O^7$			+ 49,1	+ 41,0	618,4
Picrate de potassium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + K$			+113,5	+103,5	619,7 (bic.)
— d'ammonium $C^6 + H^6 + Az^4 + O^7$			+ 80,1	+ 71,4	690.9
— de sodium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + Na$			+105,3	+ 98,9	
— de calcium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$ Ca.			+ 95,2	+ 96,3	
— de strontium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$ Sr.			+100,5	+100,9	
— de baryum $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$ Ba			x+38,0	x+35,6	
— de magnésium $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$Mg			+ 89,0	+ 96,4	
— de zinc $C^6 + H^2 + A^3 + O^7 + 1/2$ Zn			+ 53,8	+ 59,6	
— de cuivre $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$ Cu			+ 32,6	+ 34,2	
— de plomb $C^6 + H^2 + Az^3 + O^7 + 1/2$ Pb			+ 44,7	+ 41,2	
Cyanogène $C^2 + Az^2$	— 74,5			— 67,7	262,5
Ac. cyanhydrique $C + Az + H$	— 29,5	— 23,8		— 23,4	158 (gaz)
Nitrate de diazobenzol $C^6 + H^5 + Az^3 + O^5$			— 47,4		782,9

(124) *Chaleur de formation de divers composés organiques.*

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Chlorure de méthyle	$CH^4O + HCl$	+ 11,9		
Bromure —	$CH^4O + HBr$	+ 9,0		
Iodure —	$CH^4O + HI$	+ 19,5	+ 28,4	
Formiate —	$CH^4O + CH^2O^2$	— 4,5	— 8,2	— 7,4
Chlorure d'éthyle liq.	$C^2H^6O + HCl$	+ 14,8	+ 21,0	
— — liq.	$C^2H^4 + HCl$		+ 38,4	
Bromure — liq.	$C^2H^6O + HBr$	+ 15,8	+ 22,3	
— — liq.	$C^2H^4 + HBr$		+ 39,5	
Iodure — liq.	$C^2H^6O + HI$	+ 21,0	+ 28,4	
— — liq.	$C^2H^4 + HI$		+ 46,5	
Monochlorhydrine du glycol	$C^2H^6O^2 + HCl$		+ 17,1	— 0,6
— —	C^2H^4O gaz $+ HCl$		+ 36,0	
Formiate d'éthyle	$C^2H^6O + CH^2O^2$	— 11,1	— 13,9	— 13,5
Acétate —	$C^2H^6O + C^2H^4O^2$	— 6,1	— 2,0	— 1,8
Oxalate —	$2C^2H^6O + C^2H^2O^4$		— 3,8	— 1,5
Acide éthyloxalique diss.	$C^2H^6O + C^2H^2O^4$			— 3,6
Oxalate de méthyle sol.	$2CH^4O + C^2H^2O^4$		+ 1,6	— 3,4
Azotate d'éthyle	$C^2H^6O + AzO^3H$		+ 6,2	— 2,6
Nitroglycérine	$C^3H^8O^3 + 3AzO^3H$		+ 14,1	+ 2,7
Nitromannite sol.	$C^6H^{14}O^6 + 6AzO^3H$		+ 23,4	+ 15,0
Oxyde d'éthyle	$2C^2H^6O - H^2O$	+ 3,0	— 0,3	+ 0,5
Acide méthylsulfurique	$CH^4O + H^2SO^4$ (1)		+ 13,8	— 5,1
— éthylsulfurique	$C^2H^6O + H^2SO^4$ (1)		+ 14,7	— 4,7

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide iséthionique	$C^2H^6O + H^2SO^4$ (1)		+ 16,0	— 3,4
— propylsulfurique	$C^3H^8O + H^2SO^4$ (1)		+ 15,9	— 4,0
— isopropylsulfurique	— (1)		+ 17,1	— 3,3
— isobutylsulfurique	$C^4H^{10}O$ ferm.) $+ H^2SO^4$ (1)		+ 17,6	— 2,2
— amylsulfurique	$C^5H^{12}O$ (ferm.) $+ H^2SO^4$ (1)		+ 19,5	— 0,2
— glycérylsulfurique	$C^4H^8O^5 + H^2SO^4$ (1)		+ 15,2	— 3,2
Chlorhydrate d'amylène	C^5H^{10} liq. $+ HCl$		+ 17,6	
Bromhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HBr$		+ 15,2	
Iodhydrate —	C^5H^{10} liq. $+ HI$		+ 14,8	
Bromure d'éthylène	$C^2H^4 + Br^2$ liquide		+ 29,3	
Acide éthylsulfurique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ pur			+ 31,6
— —	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 14,7
— iséthionique	$C^2H^4 + H^2SO^4$ dilué			+ 16,0
— —	$C^2H^6O + SO^3$			+ 36,4
Éthylsulfate de sodium	$C^2H^6O + H^2SO^4 + NaHO$		+ 40,6	
— de baryum	$C^2H^6O + H^2SO^4 + 1/2\ BaO^2H^2$		+ 33,2	
Éthylate de sodium	$C^2H^6O + NaHO$ donnant de l'eau solide		+ 0,2	
— de baryum	$C^2H^6O + 1/2\ BaH^2O^2$ — —		— 0,8	
Méthylate de sodium	$C^2H^4O + NaHO$ — —		+ 1,3	
Glycolate —	$C^2H^3O^3Na + NaHO$		+ 0,1	
Acide phénylsulfureux	$C^6H^6 + SO^4H^2$			— 2,6
— crésylsulfureux	$C^7H^8 + SO^4H^2$			— 1,4
Aldéhyde	$C^2H^4 + O$	+ 65,9	+ 71,9	
Acide acétique	$C^2H^4 + O^2$		+131,1 liq.	

1. Composants purs. Composé dissous.

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Acide acétique	$C^2H^4O + O$	+ 60,1	+ 59,2	
— —	$C^2H^6O + O^2$		+125,1	
— oxalique	$C^2H^2 + O^4$		+258	
— —	$C^2H^4O^2$ liq. $+ O^5$		+150,3	
— formique	$CH^4O + O^2$		+100	
Aldéhyde propionique	$C^3H^6 + O$		+ 87,3	
Acétone	—		+ 83,3	
Acide propionique	$C^3H^6 + O^2$		+141,4	
— —	$C^3H^6O + O$		+ 53,1	
— valérique liq.	$C^5H^{12}O + O^2$		+131	
— margarique sol.	$C^{16}H^{34}O + O^2$		+193,3	
Formiamide	$CH^2O^2 + AzH^3$, diss.			— 1,0
Acide cyanhydrique	— diss.			— 10 4
Oxamide sol.	$C^2H^2O^4 + 2AzH^3$, crist.		— 2,4	
Chlorure d'acétyle	$C^2H^4O^2 + HCl$ gaz		— 5,5	
Bromure —	$C^2H^4O^2 + HBr$ —		— 2,9	
Iodure —	$C^2H^4O^2 + HI$ —		— 1,8	
Chlorure de butyryle	$C^4H^8O^2 + HCl$ —		— 3,8	
Bromure —	$C^4H^8O^2 + HBr$ —		— 1,9	
Chlorure de valéryle	$C^5H^{10}O^2 + HCl$ —		— 2,5	
Bromure —	$C^5H^{10}O^2 + HBr$ —		— 1,7	
Benzine chloronitrée	$C^6H^5Cl + AzO^5H$		+ 36,4	
Acide nitrobenzoïque	$C^7H^6O^2 + AzO^5H$		+ 36,6	
Nitronaphtaline	$C^{10}H^8 + HAzO^5$		+ 36,5	

	Corps réagissants.	Chaleur dégagée, composants et produits étant		
		tous gaz.	dans leur état actuel.	dissous d. eau.
Nitrotoluène	$C^7H^8 + AzO^5H$		+ 38,0	
Chlorure de méthyle	$CH^4 + Cl^2$	+ 32,0		
Chlorure de méthylène	$CH^3Cl + Cl^2$	+ 24,8	+ 31,2	
Bromure de méthyle	$CH^4 + Br^2$	+ 12,1	+ 4,1	
Iodure —	$CH^4 + I^2$	— 5,1	— 9,7	
Chlorure d'éthyle	$C^2H^6 + Cl^2$	+ 54.8	+ 61,2	
— d'éthylidène	$C^2H^5Cl + Cl^2$	+ 17,4	+ 17,4	
Bromure d'éthyle	$C^2H^6 + Br^2$	+ 38,8	+ 36,7	
Iodure —	$C^2H^6 + I^2$	+ 16,3	+ 13,0	
Monochlorh. du glycol	$C^2H^6O^2 + Cl^2$		+ 33,0	
Phénol monobromé	$C^6H^6O + Br^2$		+ 12,1	
— bibromé	$C^6H^6O + 2Br^2$		+ 20,4	
— tribromé	$C^6H^6O + 3Br^2$		+ 31,0	
Résorcine tribromée	$C^6H^6O^2 + 3Br^2$		+ 24,9	
Orcine —	$C^7H^8O^2 + 3Br^2$		+ 24,4	
Phénol quadribromé	$C^6H^3Br^3O + Br^2$		— 6,4	
Chlorure de cyanogène	$CyAzH + Cl^2$	+ 15,8	+ 18,4	
Iodure —	$CyAzH + I^2$		— 20,9	
Diamylène	$2C^5H^{10}$	+ 15,4	+ 11,8	
Benzine	$3C^2H^2$		+ 171	
Acide cyanurique sol.	3CAzOH liq.		+ 43,2	
Glycolide par glyoxal	$C^2H^2O^2$		+ 4,9	
Acide paroxybenz. par salicylique	$C^7H^6O^3$		+ 1,2	

NOTICES

(1) Jean-Baptiste Boussingault,

par G. Salet.

Jean-Baptiste-Dieudonné-Joseph Boussingault naquit à Paris le 2 février 1802. Son père, modeste négociant de la rue de la Parcheminerie, lui fit faire ses études classiques au collège Louis-le-Grand et ne songeait guère à le diriger vers l'étude des sciences, lorsqu'un camarade mena le futur savant au laboratoire de Thenard à la Sorbonne. Il se passionna tout de suite pour la chimie, qui commençait alors à devenir populaire. Il retourna bien des fois à la Faculté des Sciences et n'eut de cesse qu'il ne répétât chez lui les expériences qui l'avaient le plus frappé. Une arrière-boutique fut ainsi son premier laboratoire : c'est un trait de sa vie qu'il a de commun avec Scheele. Ce n'est pas le seul, car en lui aussi nous devons saluer un fondateur.

Bien jeune, il avait trouvé sa voie, et, quittant le collège où il n'apprenait plus rien qui l'intéressât, il se mit à suivre avidement les leçons de Thenard, de Biot, de Gay-Lussac et de Cuvier. A dix-huit ans il entrait à l'École des Mineurs de Saint-Étienne, d'où il sortait avec le grade d'ingénieur en 1822. Il avait déjà publié (1820) un travail de chimie sur le siliciure de platine, où brille sa sagacité et sa précision ; il devait le reprendre et le compléter cinquante-six ans plus tard sans modifier ses conclusions primitives.

Il était alors dans la fougue de la vingtième année, avide de science et aussi de gloire, admirateur enthousiaste des grands chimistes et des grands explorateurs. Il brûlait d'aller chercher le sujet de ses futurs travaux dans les pays neufs et fut sur le point de partir pour l'Asie. Une circonstance fortuite le mena dans le Nouveau Monde. Une Compagnie anglaise lui proposa d'aller dans l'Amérique du Sud, à Marmato, retrouver d'anciennes mines abandonnées depuis nombre d'années et d'en reprendre l'exploitation. Il s'agissait aussi de fonder à Bogota une École de Mineurs analogue à celle de Saint-Étienne, puis il y avait des explorations à faire dans des districts volcaniques, des déterminations géographiques, orographiques et météorologiques commencées par Humboldt à compléter, et par-dessus tout une admirable région à visiter, où le monde minéral, la flore et la faune devaient offrir mille sujets d'étude à l'ardente curiosité d'un voyageur passionné pour la science et doué d'une exubérante activité. Boussingault accepta la double mission, redoubla ses visites à la Sorbonne et au Muséum, apprit à manier le théodolite et le sextant à l'Observatoire avec Arago,

demanda à Humboldt des lettres d'introduction pour les personnages marquants de l'Amérique et, muni d'un bon baromètre de Fortin et des instruments de chimie d'un ingénieur des mines, il s'embarqua à Anvers, le 22 septembre 1822, sur un brick américain de dix-huit canons, qui ne devait parvenir à la Guayra, sur la côte de Caracas, qu'après un assez rude combat contre une frégate espagnole.

Le pays que Boussingault avait choisi pour y commencer sa carrière de savant était en effet alors en plein soulèvement. Secouant le joug des Espagnols, Bolivar, le héros populaire, avait réuni le Venezuela et la Nouvelle-Grenade en une seule république, sous le nom de Colombie; il soulevait le Pérou en 1822 et recommençait une lutte victorieuse contre les Espagnols et les brigands qu'ils avaient attachés à leur cause.

Dans ces circonstances, pour réaliser le programme d'exploration qu'il s'était tracé d'après les conseils de Humboldt, il ne fallait plus songer à parcourir le pays en simple touriste chargé d'une pacifique mission d'homme de science. Il fallait prendre un parti dans cette lutte d'un peuple avide d'indépendance contre une domination surannée. Il alla demander conseil à Bolivar à son bivouac, à quelques pas des avant-postes. Celui-ci, jugeant plus facile de lui donner un brevet d'officier qu'une commission d'ingénieur, lui offrit le grade de lieutenant-colonel. Boussingault accepta sans hésiter et c'est ainsi qu'il resta pendant dix ans au service de l'armée de l'indépendance, sous les ordres directs du *Libertador*, en qualité d'aide de camp.

Il était libre désormais de visiter ce beau pays tropical où tout ce qu'il voyait semblait solliciter ses recherches, à condition bien entendu de porter le mousquet à côté du baromètre et de prêter au général le concours de son activité et de son sangfroid dans les opérations de guerre. Ce séjour en Amérique lui laissa une impression profonde : il aimait jusque dans ses derniers jours à se reporter à cet âge héroïque de son existence, et en citait avec une simplicité charmante et une verve intarissable une foule d'anecdotes, scientifiques ou romanesques, qui rendaient attachantes au plus haut point ses causeries de famille et ses leçons du Conservatoire.

Pendant cette vie d'enfant perdu, la mère patrie ne l'oubliait pas. Il ne se laissait pas d'ailleurs oublier et tenait le monde savant au courant de ses travaux. Il dédiait à Gay-Lussac un minéral nouveau, un carbonate hydraté de soude et de chaux ; il communiquait à l'Institut ses analyses du lait de l'arbre de la vache, de la cire de palmier, des guanos, des eaux thermales de la province de Venezuela, etc. Il trouvait dans la province d'Antioquia le véritable gisement du platine, que les géologues ne connaissaient alors que disséminé dans les sables. Il explorait les Andes et, au milieu des solfatares et des volcans en activité, s'élevait jusqu'au sommet du Chimborazo, le géant de Cordillères, le 16 décembre 1831. Pendant longtemps cette cime a passé pour la plus élevée du monde, et Humboldt, qui en avait entrepris l'ascension, avait dû renoncer à l'atteindre; il avait même été contraint d'abandonner sur la neige une échelle de montagne. Boussingault la retrouva

et exécuta l'ascension avec succès. Il prit ainsi, parmi les explorateurs célèbres, le rang que lui avaient déjà donné entre les savants ses travaux de géologie, de minéralogie et de physique du globe.

Inconnu à son départ de France, il y revenait en 1833, précédé d'une haute réputation scientifique. On s'empressa de le nommer professeur de chimie à Lyon, puis doyen de la Faculté des Sciences. Il avait alors trente-trois ans. Appelé à Paris, il suppléa Thenard à la Sorbonne en 1837 et entra en 1839 à l'Académie des Sciences.

Vers cette époque son activité, qui ne devait s'éteindre que quelques mois avant sa mort, changea brusquement de direction. Avant de partir pour l'Amérique, il avait rencontré en Alsace, en visitant les mines d'huile minérale de Lobsann, une jeune Alsacienne qu'il devait épouser onze ans plus tard, Mlle Le Bel. A partir de son mariage, il passa une grande partie de l'année dans le Bas-Rhin et partagea avec son beau-frère l'exploitation d'une ferme considérable à Bechelbronn. Il s'aperçut bien vite qu'il y avait autant de problèmes intéressants à résoudre pour le chimiste dans un domaine agricole que dans les volcans des Cordillères. De plus, ces problèmes touchaient aux intérêts vitaux du pays. Il fallait à la vérité pour les aborder être à la fois physicien, chimiste, naturaliste, géologue et encore physiologiste; mais Boussingault était tout cela. La chimie agricole n'existait pas; Boussingault la fonda.

Nous résumerons tout à l'heure les résultats les plus importants de ces recherches, qui ont duré plus de cinquante ans. Elles ont attiré dès le principe l'attention des savants, des praticiens et de l'administration. En 1845, Boussingault était nommé professeur de Chimie agricole au Conservatoire des Arts et Métiers et il n'abandonna jamais sa chaire.

Il fit cependant de 1848 à 1851 une courte excursion dans le domaine de la politique. Lors de l'élection de l'Assemblée Constituante, sollicité par ses voisins et amis d'Alsace, il se porta comme candidat à la députation. Il représenta le Bas-Rhin à l'Assemblée et fut même nommé conseiller d'État. Il s'acquitta avec distinction de ces fonctions qu'il n'avait acceptées que par patriotisme, mais il pensait bien devoir reprendre au bout de quelque temps sa place au milieu de ses collègues du Conservatoire, et ceux-ci, partageant ses vues, s'abstinrent de dénoncer la vacance de sa chaire. En décembre 1851, il dit un adieu définitif à la politique. « Il y a bien peu de savants, répétait-il souvent, à qui elle ait réussi, et la science y a toujours perdu. » On se tromperait cependant en croyant qu'il suivit depuis lors les événements politiques avec indifférence. Si ses opinions libérales et républicaines souffrirent plus d'une fois du spectacle que lui donnait la France, il ne crut pas devoir refuser les distinctions qui s'adressaient au savant et, bien qu'il se tînt toujours à l'écart du monde officiel, il eut l'occasion de donner à l'Empereur au sujet de l'expédition du Mexique de bons conseils qui ne furent pas suivis.

Une circonstance particulière le fit revenir au pays de sa vingtième année et à ses études de jeunesse. Il maria sa fille aînée au fils de

Jacob Holtzer, un grand métallurgiste de la Loire. Son gendre, pour le retenir à Unieux, lui fit construire un spacieux laboratoire dans son aciérie. Là Boussingault commença ses études sur l'acier et, la guerre Franco-Allemande l'ayant chassé de sa terre d'Alsace, il y travailla désormais une grande partie de l'année. En 1873, il se fit suppléer dans sa chaire du Conservatoire par M. Schlœsing, un de ses anciens élèves, qui devait devenir son collègue à l'Institut ; à partir de ce moment il ne s'occupa plus guère de chimie pendant l'hiver, mais il mit en ordre ses souvenirs de voyage et prépara une autobiographie, qui sera certainement, si elle voit jamais le jour, le plus curieux de ses ouvrages.

Sa vieillesse fut calme et paisible, et ceux qui ne le connurent que dans la seconde moitié de sa vie avaient peine à croire que le partisan de Bolivar, l'explorateur intrépide et le professeur qui racontait ses exploits avec tant de simplicité et de parisienne malice ne faisaient qu'un seul et même homme. Il trouva autour de lui plus que de l'affection : sa famille l'entourait d'une sorte de vénération qui dans le cœur de sa femme avait conservé quelque chose de maternel. Lorsqu'il eut la douleur de la perdre en 1877, ses enfants redoublèrent auprès de lui de tendre sollicitude, et c'est doucement et sans connaître les angoisses de la dernière lutte qu'il s'éteignit dans leurs bras, le 11 mai 1887.

Sa vie avait été longue et bien remplie : il l'avait consacrée tout entière à la science, et la science lui avait donné en retour, avec les grandes joies du chercheur heureux, celles plus rares du maître à qui il est donné de voir ses idées acceptées, vérifiées et développées par ses émules et par ses élèves. Les distinctions honorifiques, qu'il ne cherchait pas, lui étaient venues de tous les pays. Deux des grandes joies de sa vie de savant furent de recevoir la médaille de Thenard de la Société d'Encouragement (1872) et la médaille de Copley de la Société royale de Londres (1878). Il les gardait précieusement à côté de la médaille plus modeste que Bolivar lui avait donnée en se séparant de lui. Celle-là était sa préférée ; elle lui rappelait sa vaillante jeunesse et ses dix années passées sous le soleil des tropiques, au milieu des sites merveilleux des Andes, parmi les sauvages et les insurgés, au service de la science et de la liberté.

Comme on l'a vu plus haut, Boussingault l'un des premiers eut l'idée de transporter dans la science agricole les principes et les méthodes du chimiste ; bien plus, il se fit lui-même agriculteur et la ferme devint l'annexe du laboratoire. Il créa ainsi, comme on devait le rappeler au bord de sa tombe, la première Station agricole, dans le domaine de Bechelbronn, à quelques kilomètres de ce célèbre labora-

toire du Liebfrauenberg où il étudia pendant cinquante ans les plus délicats problèmes de la physiologie végétale.

Dans sa ferme comme dans son laboratoire, la première place était pour la balance; à ce signe on reconnaissait le chimiste et l'admirateur passionné de Lavoisier. Tout ce qui entrait dans la ferme était pesé; tout ce qui en sortait l'était de même. Les animaux dans leur période de croissance étaient pesés chaque jour; le poids de leurs aliments, de leurs déjections était aussi connu et enregistré. Il y avait là une comptabilité compliquée et précise, portant à la fois sur l'entrée des matières premières, sur leurs transformations et leur sortie à l'état de produits aptes à être exportés. On savait d'ailleurs à combien de tonnes pouvait s'élever le poids de la terre remuée par la charrue et ce que l'eau du ciel pouvait amener d'azote par mètre carré, et encore ce que chaque culture emportait du sol, et l'on pouvait suivre ainsi pas à pas chaque élément chimique à travers ses transformations diverses dans le sol, dans le fourrage, dans le bétail, dans le fumier ou dans les produits de l'exploitation. La comptabilité en argent n'était pas négligée non plus, mais elle ne menait pas toujours à de si brillants résultats. Peu importait; d'habitude la Science coûte avant d'enrichir. C'est la Science qui relèvera l'agriculture française, et cela grâce aux travaux de Boussingault et de son école. En attendant, elle ne lui rapportait guère : ce dont il se consolait facilement, si j'en juge par cette boutade, où se retrouve sa bonhomie un peu railleuse : « Eh quoi, monsieur, vous faites aussi valoir vous-même! Combien perdez-vous, année moyenne? »

Boussingault commença par analyser les fourrages. La science était alors si peu avancée, que la découverte de l'azote dans le foin causa une véritable surprise, et cependant Gay-Lussac avait déjà trouvé le même élément dans les graines. C'est la présence de l'azote qui caractérise les aliments les plus nutritifs, la fibrine, l'albumine, la caséine : ce que Boussingault appelait « la viande ». Dans une première approximation il considéra la proportion d'azote comme mesurant les qualités nourrissantes des fourrages et publia une table des équivalents nutritifs de ceux-ci, déduite d'analyses, et non, comme celles qui existaient alors, d'expériences faites sur les animaux. En comparant les nombres théoriques avec ceux tirés de la pratique par divers observateurs, il dut reconnaître que le dosage de l'azote donnait des résultats insuffisants pour le classement des fourrages selon leur valeur alimentaire. Il fit donc entrer en ligne de compte la proportion de substances ternaires qui peuvent concourir à la nutrition, telles que le sucre, la gomme, l'amidon, la pectine, en négligeant les ligneux et les autres matières inertes. Cette fois l'accord entre les tables théoriques et les autres fut satisfaisant.

On voit poindre ici cette distinction fondamentale entre les aliments assimilables ou azotés, ceux qui deviennent de la viande, et les aliments ternaires, également nécessaires à la vie, comme l'a fait voir Magendie, mais qui ne s'assimilent cependant pas. Une étude d'ensemble sur la nutrition des animaux adultes soumis à la ration d'en-

tretien devait conduire Boussingault à formuler avec netteté cette distinction devenue classique aujourd'hui. Voici le résumé de ce long travail, l'un des plus originaux du grand chimiste.

Comment les divers éléments chimiques contenus dans les aliments sont-ils utilisés ou rejetés par les animaux? On peut en avoir une idée en remarquant que, si le poids de ceux-ci ne change pas d'un jour à l'autre, tout ce qui figure dans les ingesta doit se retrouver dans les excreta. Or on est libre d'analyser ceux-ci et ceux-là, et l'on commence par remarquer que le poids des excréments secs est de beaucoup inférieur à celui des aliments également supposés desséchés. La perte porte surtout sur le carbone et l'hydrogène. Ces éléments se retrouvent évidemment dans l'acide carbonique et dans l'eau éliminés par la respiration. L'azote, qui s'élimine pour une très faible partie à l'état gazeux, se retrouve au contraire presque tout entier dans les excréments, les animaux n'en empruntant d'ailleurs pas à l'air, comme il ressort des conclusions d'un mémoire spécial. Ce qui donne naissance à l'acide carbonique et à l'eau, ce qui est brûlé dans les phénomènes de la respiration, ce sont donc les aliments non azotés ou ternaires. On les nomme depuis ce temps-là aliments respiratoires.

L'animal apparaît donc comme empruntant au végétal sa viande et détruisant ses matières ternaires. Ne peut-il donc rien fabriquer par lui-même? En particulier, lorsqu'il s'engraisse, se contente-t-il de fixer dans ses tissus les matières grasses qui se trouvent dans son alimentation? Cela serait inexact, car une nourriture surabondante, sans substance grasse, provoque l'engraissement. Le règne animal peut donc aussi former des principes immédiats.

Mais c'est surtout le rôle du règne végétal, et ç'a été un des problèmes qui ont le plus occupé Boussingault que de savoir comment les végétaux fabriquent ces composés azotés dont le rôle est si considérable dans les deux règnes organisés. Dès 1832 il constate en Amérique que l'application du guano, c'est-à-dire de sels ammoniacaux, à un sol quartzeux et argileux presque absolument stérile y fait naître immédiatement la fertilité. Il se souviendra plus tard de cette observation fondamentale dans ses admirables recherches sur la végétation, où on le verra créer artificiellement et de toutes pièces un sol fertile. En 1837 il revient sur le rôle de l'ammoniaque dans le sol et rappelle l'expérience de Davy, qui employa le premier un engrais gazeux en dirigeant sous une motte de gazon les vapeurs ammoniacales émanant d'une cornue renfermant du fumier. Pour lui c'est l'ammoniaque, produit ultime de la décomposition des matières azotées, qui devient la matière première à laquelle les plantes empruntent leur azote, et la valeur des engrais est liée à leur richesse en azote. On voit ici pour la première fois apparaître cette idée profonde qui deviendra la base de la *Statique chimique des êtres organisés* : Les plantes prennent sans cesse à l'air ce que les animaux lui fournissent, l'acide carbonique, l'eau et l'ammoniaque. C'est en effet pendant le cours du travail dont nous citons les conclusions que Dumas et Boussingault publièrent en

commum cet *Essai* mémorable d'une synthèse générale des phénomènes chimiques des deux règnes organiques. Mais l'ammoniaque est-elle la seule source d'azote pour le règne végétal? Il n'est pas éloigné de le penser, car l'acide nitrique, dont on démontra plus tard l'action fertilisante, pouvait être réduit dans le sol, et l'azote gazeux ne paraissait pas agir. Boussingault juge le problème assez important pour le traiter de deux façons : au laboratoire d'après des expériences ingénieusement variées, et dans la ferme par une balance exacte de tout ce qui entre et de tout ce qui sort du domaine, pendant un assolement entier. Cela suppose un nombre prodigieux d'analyses effectuées sur les sols, les eaux, les fumiers et les diverses récoltes en froment, betterave, trèfle, avoine, etc. C'est un travail de plus de cinq ans. Boussingault s'y engage résolument et, la rotation des récoltes accomplie, il peut établir que l'azote des récoltes a constamment excédé l'azote des engrais. D'ailleurs on peut croire que la terre elle-même est dans l'état où on l'a prise au début. L'azote en excès vient donc de l'atmosphère. Pour aller plus loin et savoir sous quelle forme l'azote atmosphérique parvient aux plantes, il faut faire des expériences : il les institue dès 1851.

Il commence par semer une graine de lupin dans du sable quartzeux calciné, il l'arrose avec de l'eau distillée et empêche l'air extérieur d'apporter des vapeurs ammoniacales en le faisant passer à travers de l'eau acidulée. Il obtient ainsi une de ces curieuses plantes qui n'ont que quelques centimètres de haut et que l'on amène néanmoins par des prodiges de soin à fleurir et à fructifier. Elles ne forment un organe nouveau qu'aux dépens des anciens qui se flétrissent et elles pèsent, une fois séchées, 4 à 5 fois plus que la graine qui leur a donné naissance. Ce sont des plantes-limites. Elles n'ont pas fixé trace d'azote.

Il recommence alors l'expérience à l'air libre, mais à l'abri de la pluie : la plante est encore bien minime, et c'est à peine si l'on peut constater un léger excès d'azote sur celui de la graine. L'azote gazeux n'est donc pas absorbé et l'air contient sans doute à l'état d'ammoniaque la petite quantité d'azote qui apparaît dans la seconde expérience.

Le résultat change si l'azote est introduit dans le sol à l'état de combinaisons solubles. Ce ne sont pas les sels ammoniacaux que Boussingault emploie : on avait découvert depuis ses premières expériences l'utilité des nitrates dans les engrais; il additionne l'eau distillée d'un peu de salpêtre et recommence l'expérience sur des hélianthus. Semée dans du sable stérile, la plante croît, mais elle ne prospère pas, et elle pèse plus ou moins, selon qu'on a employé plus ou moins de nitrate; en moyenne elle pèse 7 fois plus que la plante-limite obtenue avec l'eau distillée.

Que lui manque-t-il donc pour que l'azote, qui maintenant est assimilable, soit assimilé normalement? Ce qui lui fait défaut, ce sont les sels aptes à constituer les matières minérales des cellules. Or on peut s'en procurer facilement en prenant de la cendre de fumier,

principalement du phosphate de chaux. On sème donc une nouvelle graine et l'on ajoute au sable inerte des cendres et du salpêtre. Le résultat est alors extraordinaire; il m'a frappé moi-même si fortement dans mon enfance, que je crois encore voir le mur de terrasse du potager de Liebfrauenberg dominant la plaine d'Alsace et le village devenu si tristement célèbre de Wœrth-sur-Sauer, sur lequel les expériences étaient installées. La plante à laquelle on a fait ainsi une terre arable synthétique s'est développée normalement; la récolte sèche pèse plus de 198 fois autant que la graine, tandis que la plante-limite ne pesait pas même 4 fois autant qu'elle. C'est bien à l'azote additionné de phosphate et de sels qu'il faut attribuer ce résultat, et non au phosphate et aux sels seuls, car si on remplace l'azotate de potasse par le carbonate, le poids de la récolte passe de 198 à 4,6.

De la sorte a été établie cette vérité qui est à la base de la science agronomique et dont l'application est en train de ranimer notre industrie agricole si cruellement frappée, qu'une substance riche en azote assimilable ne fonctionne cependant comme engrais qu'avec le concours des phosphates et de certains sels. Voici au surplus les termes mêmes de Boussingault.

« Il résulte de l'ensemble de ces recherches :

« 1° Que le phosphate de chaux, les sels alcalins et terreux, indispensables à la constitution des plantes, n'exercent néanmoins une action sur la végétation qu'autant qu'ils sont unis à des matières capables de fournir l'azote assimilable ;

« 2° Que les matières azotées assimilables que l'atmosphère contient, interviennent en trop minime proportion pour déterminer, en l'absence d'un engrais azoté, une abondante et rapide production végétale ;

« 3° Que le salpêtre associé au phosphate de chaux et à des sels alcalins agit comme un engrais complet, puisque des hélianthus venus sous l'influence de ce mélange étaient, sous le rapport de la vigueur et des dimensions, comparables à ceux que l'on a récoltés sur une plate-bande de jardin.

« J'ajouterai, en terminant, qu'il est bien remarquable de voir une plante parcourir toutes les phases de la vie végétale, germer et mûrir, en un mot atteindre son développement normal, quand ses racines croissent dans du sable calciné contenant, à la place de débris organiques en putréfaction, des sels d'une grande pureté, de composition parfaitement définie, tels que le nitrate de potasse, le phosphate de chaux basique, des silicates alcalins, et de constater qu'au moyen de ces auxiliaires empruntés tous au règne minéral, cette plante augmente progressivement le poids de son organisme en fixant le carbone de l'acide carbonique, les éléments de l'eau, et en élaborant, avec le radical de l'acide nitrique, de l'albumine, de la caséine, etc., c'est-à-dire les principes azotés du lait, du sang et de la chair musculaire. Au reste, il y a probablement plus d'analogie qu'on ne pense entre les sels que je viens de mentionner et l'engrais provenant des

étables. En effet, le fumier, dans lequel Braconnot n'a pas signalé moins de quatorze substances, change singulièrement de constitution quand il a séjourné dans une terre convenablement ameublie. La fermentation, en continuant dans les parties molles; la combustion lente que subissent l'humus, le terreau, ces termes avancés de la décomposition des corps organisés: l'action que l'air, l'eau, le sol, exercent sur toutes ces matières, font que, en définitive, le fumier apporte aux plantes des sels alcalins et terreux, des phosphates, et, comme détenteurs de l'azote assimilable, des nitrates et de l'ammoniaque. »

Ainsi se trouvent faites les parts des matières minérales et des matières azotées dans l'action fertilisante du fumier. La vérité se trouvait entre l'opinion primitive de Boussingault, qui avait attribué d'abord son efficacité à la quantité d'azote qu'il contient, et celle de Liebig, lequel, préoccupé du rôle des matières minérales, avait soutenu au contraire que l'azote du fumier était une si faible portion de celui existant normalement dans la terre arable elle-même, que son influence sur le développement de la plante devait être négligeable. S'il en est ainsi, avait spirituellement répliqué Boussingault, nous autres agriculteurs nous sommes bien sots de payer le charroi du fumier, qui est une fraction notable de son prix de revient; brûlons-le et répandons ses cendres à la volée. Il ajoutait avoir fait l'expérience et n'avoir pas obtenu de résultats conformes à la théorie de Liebig. Les cendres d'engrais ne suffisent donc pas pour fertiliser.

Mais puisque les dosages nous enseignent que réellement la terre végétale contient beaucoup d'azote, il y a donc dans cet azote quelque chose de particulier qui le rend inassimilable. De fait, si l'on dose dans la terre 1° l'azote des nitrates solubles, 2° l'azote de composés ammoniacaux décomposables par une base faible, telle que la magnésie à 100 degrés, on n'obtient qu'une très faible fraction de l'azote total. Celui-ci est donc contenu en grande partie sous forme de composés actuellement inertes. Aussi la terre arable, pour suffire aux besoins des plantes en azote, doit être prise en masses énormes, et si l'on ajoute à du sable quartzeux une quantité de terre contenant l'azote qui suffirait à une récolte abondante s'il était à l'état de nitrate, on ne peut y faire végéter une plante qu'à la façon des plantes-limites. Ainsi se trouve expliquée l'utilité du défoncement et l'influence des labours profonds.

L'azote inerte finit cependant par devenir assimilable. Dans quelles conditions? Comment se fait la *nitrification*, qui est un phénomène si général et si connu, mais si difficile à expliquer? Évidemment l'oxygène de l'air intervient, mais ne se porte-t-il que sur l'azote combiné du sol? Boussingault institue pour résoudre ce problème une expérience de longue haleine, qui fut commencée en 1860 et terminée en 1871. De la terre humectée fut mise en contact avec une quantité limitée d'air qu'on ne renouvela pas. Le tout était contenu dans de gros ballons de verre, soigneusement fermés, lesquels furent aban-

donnés dans le jardin; on les ouvrit au bout de ne donc une nouvelle une nitrification sensible, mais la production d'ac et du salpêtre. Le lieu aux dépens de l'oxygène de l'air et nullen même si fortement Elle avait cessé quand tout l'oxygène libre fut al de terrasse du de l'air demeura inerte avant ce terme comme apr e et le village totale de ce dernier métalloïde contenu dans le s lequel les ex- changé. it ainsi une

C'est donc bien aux dépens de l'azote combiné dans l a récolte fait la nitrification, du moins dans les conditions de l'expé s que la Boussingault se demanda alors si la terre ne jouait dans le ph ien à que le rôle d'un corps poreux facilitant l'action de l'oxygène. Il à conclure négativement, car le sable ou la craie sont presque ind ce Il prévoyait bien que l'agent actif devait être quelque mycoder se comme Pasteur en avait suggéré l'idée en 1862; mais c'est à élèves MM. Schlœsing et Muntz qu'il était réservé de vérifier les p miers cette hypothèse.

Dans le cours d'expériences effectuées en 1857 et 1858 sur la végét tion, Boussingault avait été frappé d'un fait important. Le dosag total de l'azote dans le sol avant et après la culture avait donné a très peu près le même nombre. Bien plus, il y avait eu le plus souvent un gain d'azote. C'était surtout de l'azote nitrique qui apparaissait ainsi. Était-il apporté par les eaux météoriques? ou était-ce de l'azote gazeux de l'atmosphère fixé par un processus inconnu jusqu'alors? L'expérience en vase clos était instituée pour vérifier la deuxième hypothèse, et Boussingault, prévoyant qu'elle donnerait une réponse négative, se demandait si les eaux météoriques renferment assez d'azote combiné pour expliquer les résultats de l'expérience. Il fallut donc doser l'ammoniaque, puis l'acide nitrique, dans la pluie, la neige, le brouillard et la rosée.

Ces longs et difficiles travaux furent menés à bonne fin. La récolte de la rosée se faisait d'une façon originale. On partait à l'aube avec une éponge lavée avec soin et on essuyait les feuilles des arbres et les herbes des prairies. Partout on trouva l'azote ammoniacal et nitrique : à vrai dire en petite quantité. Aussi la question de l'origine de l'excédent d'azote n'était-elle pas tranchée; elle est d'ailleurs encore à l'ordre du jour.

Boussingault s'occupa pendant plusieurs années des échanges gazeux qui se passent entre les feuilles et l'atmosphère. Il fit voir qu'en général les feuilles ne peuvent fixer l'azote libre, bien plus qu'elles en dégagent de fort petites quantités. Ce dernier résultat lui laissant des doutes, il immergea des feuilles détachées de la plante dans de l'eau chargée d'air et d'une petite quantité d'acide carbonique, et il les insola. En même temps il dosa l'azote, l'oxygène et l'acide carbonique dans la feuille et dans l'eau avant et après l'insolation; il conclut de cette longue série d'expériences qu'il n'y a dans ces conditions ni émission ni absorption d'azote et que l'oxygène émis constitue les 98,75 centièmes du volume de l'acide carbonique dissous. En somme, « les plantes paraissent décomposer simulta-

nément et l'eau et de l'acide carbonique, qu'elles transforment en oxyde de carbone,

$$CO^2,HO = CO,H + O^2,$$

CO,H exprimant le rapport suivant lequel le carbone est uni aux éléments de l'eau dans la cellulose, l'amidon, le sucre, en un mot dans les principes élaborés par les feuilles. »

En dehors et au cours même de ces travaux fondamentaux, qui sont à la base de la physiologie végétale et de la science agricole, Boussingault accumula pendant toute sa vie un nombre immense de matériaux où les agronomes de l'avenir pourront encore puiser longtemps. On compte par milliers les analyses de sols, d'engrais, de plantes, d'eaux minérales, de produits de toute sorte récoltés dans les pays les plus divers, qui ont été faites dans son laboratoire; les méthodes en ont été étudiées, simplifiées, perfectionnées, et même, lorsqu'elles n'étaient pas parfaites, elles ont été appliquées dans des circonstances tellement définies, que leurs résultats sont restés absolument comparables. Aussi le cours d'analyse où Boussingault exposait ses travaux personnels attirait-il un public spécial d'hommes de science connus, et quelquefois illustres; on y rencontra longtemps M. Pasteur.

Boussingault était d'ailleurs un analyste passionné. On l'a vu, dans les Cordillères, analyser, sans descendre de cheval, des minéraux curieux et même faire des pesées dans cette posture extraordinaire. Sa carrière scientifique s'ouvre par une analyse de siliciure de platine, et pendant les vingt dernières années de sa vie il consacra de longues heures, soit au Conservatoire, soit dans l'aciérie d'Unieux, à l'analyse complète de l'acier. L'industrie métallurgique profita immédiatement de ses recherches; le métal complexe et mystérieux dans lequel on pouvait à peine discerner autrefois les éléments utiles et les éléments nuisibles, est aujourd'hui préparé selon une composition connue et conformément à un dosage requis, comme l'alliage monétaire lui-même. Le carbone, le silicium, le manganèse et le chrome y sont distribués, selon l'utilisation future, en plus ou moins grande proportion, et l'analyse, effectuée d'après les méthodes sûres et rapides de Boussingault, permet de doser séparément chacun de ces principes. Pour la détermination du carbone, le fer est transformé en chlorure par un procédé d'une rare élégance : à l'aide du chlorure mercurique humide et à froid. Le charbon est séparé du chlorure mercureux par volatilisation de celui-ci dans un courant d'hydrogène, puis brûlé. Le silicium est oxydé à chaud et séparé de l'oxyde de fer au rouge par l'acide chlorhydrique gazeux. La plus grande difficulté de ces analyses réside dans le dosage du fer lui-même, pour lequel le procédé volumétrique de Margueritte a dû recevoir de nombreux perfectionnements (1870-71).

La minéralogie doit aussi à Boussingault beaucoup d'analyses exactes et la détermination de quelques espèces nouvelles. Mais ce ne

sont pas seulement les substances formant la croûte terrestre qu'il examina, il porta aussi son attention sur les eaux minérales, surtout les plus singulières, celles des Cordillères, si riches en acides libres, et celle de la mer Morte, véritable gisement de bromures; il étudia également d'une manière approfondie l'air atmosphérique, et nul chimiste n'ignore le grand travail qu'il publia avec Dumas, en 1841, sur la véritable composition de ce gaz. La méthode des pesées appliquées aux fluides aériformes permit pour la première fois d'atteindre une précision qu'on n'a guère dépassée depuis. Boussingault compléta cette mémorable analyse par le dosage précis d'un des éléments variables de l'air, l'acide carbonique, sans cesse absorbé par les plantes et restitué à l'atmosphère par la respiration des animaux. Dans un travail antérieur et des plus curieux, il avait montré que le carbone de l'air n'y était pas tout entier contenu à l'état d'acide carbonique, et il avait mis en évidence, par un procédé ingénieux, la présence des miasmes, c'est-à-dire des impuretés de nature organique, dans l'air des contrées marécageuses.

La chimie générale a encore été enrichie par Boussingault d'une méthode pour retirer l'oxygène de l'air atmosphérique (1852). Elle est fondée sur la propriété qu'a la baryte de s'unir à l'oxygène vers 450° et de perdre cette dose supplémentaire d'oxygène au rouge vif. Plus tard, en 1880, Boussingault perfectionna son procédé primitif et réussit à opérer à une température constante, l'emploi du vide pouvant remplacer dans ce phénomène de dissociation l'action d'une élévation dans le degré de chaleur. A cette époque il se préoccupait d'ailleurs beaucoup de l'action d'une haute température sur les corps composés, et il faisait voir que les sulfates les plus stables perdent de leur poids dans la flamme du four Schlœsing.

Nous ne saurions énumérer ici tous les résultats importants ou curieux auxquels a pu parvenir un chercheur aussi infatigable, travaillant pendant plus d'un demi-siècle. Son œuvre se trouve presque tout entière dans ses deux volumes intitulés : *Économie rurale considérée dans ses rapports avec la chimie, la physique et la météorologie*, et dans son *Agronomie, chimie agricole et physiologie*, recueil précieux où il avait rassemblé une grande partie de ses mémoires des *Annales* et quelques travaux de ses élèves.

Il manque à vrai dire dans ces deux ouvrages beaucoup de ses travaux importants, entre autres tous ceux ayant trait à la métallurgie; c'est dans les *Annales de Chimie et de Physique* qu'il faut les chercher. Boussingault, dès sa jeunesse, avait envoyé ses communications scientifiques à notre grand recueil français. Il en devint bientôt un des collaborateurs les plus féconds et en resta jusqu'à sa mort l'un des directeurs les plus actifs. Nous ne croyons pouvoir mieux faire, pour terminer cette courte étude, que de donner la liste complète des Mémoires et des Notes qu'il fit paraître dans le recueil qu'il aimait.

MÉMOIRES DE BOUSSINGAULT

Insérés dans les *Annales de Chimie et de Physique.*

Chimie agricole et agronomie.

Sur la quantité d'azote contenue dans les fourrages et sur leurs équivalents, LXIII [1], 225.

Mémoire sur la quantité de gluten contenue dans les farines de plusieurs espèces de froment cultivées dans le même sol, LXV, 301.

Recherches chimiques sur la végétation, entreprises dans le but d'examiner si les plantes prennent de l'azote à l'atmosphère, LXVII,5; *ibid.* 2e mémoire, LXIX, 853.

Recherches sur la quantité d'azote contenue dans les fourrages et sur leurs équivalents, LXVII, 408.

Boussingault et Le Bel. — Recherche sur l'influence de la nourriture des vaches sur la quantité et la constitution chimique du lait, LXXI, 65.

— Analyse comparée des aliments consommés et des produits rendus par une vache laitière : recherche entreprise dans le but d'examiner si les animaux herbivores ne prennent pas de l'azote à l'atmosphère, LXXI, 113.

— 2e mémoire. Cheval soumis à la ration d'entretien, LXXI, 128.

Discussion de la valeur relative des assolements par les résultats de l'analyse élémentaire, (3), I, 208.

Mémoire sur les résidus des récoltes, (3), IV, 308.

Boussingault et Payen. — Mémoire sur les engrais et leurs valeurs comparées, (3), III, 65 ; VI, 449.

Dumas, Boussingault et Payen. — Recherches sur l'engraissement des bestiaux et la formation du lait, (3), VIII, 63.

Boussingault et Payen. — Remarques sur une analyse du guano, (3), X, 237.

Analyses comparées de l'aliment consommé et des excréments rendus par une tourterelle, entreprises pour rechercher s'il y a exhalation d'azote pendant la respiration des granivores, (3), XI, 433.

Expériences sur l'alimentation des vaches avec des betteraves et des pommes de terre, (3), XII, 153.

Recherches expérimentales sur le développement de la graisse pendant l'alimentation des animaux, (3), XIV, 419.

Recherches sur la constitution de l'urine des animaux herbivores, (3), XV, 97.

Recherches sur le développement de la substance minérale dans le système osseux du porc, (3), XVI, 486.

Recherches sur le développement successif de la matière végétale dans la culture du froment, (3), XVII, 162.

Recherches expérimentales sur la faculté nutritive des fourrages avant et après fanage, (3), XVII, 291.

Expériences statiques sur la digestion, (3), XVIII, 444.

Expérience entreprise pour déterminer l'influence que le sel ajouté à la ration exerce sur le développement du bétail et la sécrétion du lait, (3), XIX, 117; XX, 113 ; XXII, 116 et 503.

De l'emploi des fourrages trempés dans l'alimentation du bétail, (3), XIX, 249.

Sur la préparation du phosphate ammoniaco-magnésien au moyen de l'urine, (3), XX, 117.

Recherches sur l'influence que certains principes alimentaires peuvent exercer sur la proportion des matières grasses contenues dans le sang, (3), XXIV, 460.

Sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'urine, (3), XXIX, 472.

Sur la quantité de potasse enlevée au sol par la culture de la vigne, (3), XXX, 369.

Mémoire sur le dosage de l'ammoniaque contenue dans les eaux, (3), XXXIX, 257.

1. Les tomes sans indication de série se rapportent aux deux premières séries (t. I à LXXV).

Mémoire sur la quantité d'ammoniaque contenue dans la pluie, la rosée, le brouillard recueillis loin des villes, (3), XL, 129.
Recherches sur la végétation, entreprises dans le but d'examiner si les plantes fixent dans leur organisme l'azote qui est à l'état gazeux dans l'atmosphère, (3), XLI, 5; XLIII, 149.
Recherche de l'action du salpêtre sur le développement des plantes, (3), XLVI, 5 et 252.
Sur l'opportunité de faire intervenir dans quelques circonstances l'arsenic dans le chaulage des grains, (3), XLVI, 458.
Remarques sur le rapport de l'acide phosphorique à l'azote dans les graines de céréales, (3), L, 479.
De l'emploi de la fumée pour préserver les vignes de la gelée, (8), LII, 485.
Observations relatives au développement des mycodermes, (3), LXI, 363.
Expériences entreprises pour rechercher s'il y a émission de gaz azote pendant la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles. Rapport existant entre le volume d'acide décomposé et celui de l'oxygène mis en liberté, (3), LXVI, 295.
Statistique des cultures industrielles de l'Alsace, (4), IX, 51.
Expériences sur la betterave. Influence de la nature des aliments sur la proportion de beurre contenue dans le lait, (4), IX, 108.
De la végétation dans l'obscurité, (4), XIII, 219.
Étude sur les fonctions des feuilles, (4), XIII, 282; XVIII, 321.
Aspect du lait vu au microscope avant et après le barattage et l'écrémage, (4), XXV, 382.
Dosage du fer contenu dans le sang et dans les aliments, (4), XXVII, 477.
Sur la nitrification de la terre végétale, (4), XXIX, 186.
Du concours des roches volcaniques à la formation et à la fertilité de la terre végétale, (5), III, 390.
Expérience pour constater la perte en sucre dans le sucrage du moût et du marc de raisin, (5), VII, 433.
Influence de la terre végétale sur la nitrification des matières organiques azotées employées comme engrais, (5), VIII, 5.
Végétation du maïs, commencée dans une atmosphère exempte d'acide carbonique, (5), VIII, 433.

Métallurgie.

Sur la combinaison du silicium avec le platine et sur sa présence dans l'acier, XVI, 5.
Méthode pour l'essai et le traitement de la pyrite aurifère, XXXIV, 253.
Recherches sur les phénomènes chimiques qui se passent dans l'amalgamation américaine, LI, 337.
Mémoire sur l'action du gaz hydrochlorique sur l'argent à une haute température; observation sur le départ sec, LIV, 253.
Dosage du carbone dans la fonte, le fer et l'acier, (4), XIX, 78.
Dosage du graphite dans le fer carburé, (4), XX, 243.
Dosage du silicium dans la fonte, le fer et l'acier, (4), XXII, 457.
Sur la siliciuration du platine et de quelques autres métaux, (5), VIII, 145.
Sur la production, la constitution et les propriétés des aciers chromés, (5), XV, 91.

Physique du globe.

Résultats des observations barométriques faites à la Guayra, XXV, 427.
Boussingault et Rivero. — Observations barométriques faites à Santa-Fé-de-Bogota, XXXIV, 203.
Observations sur le rayonnement nocturne, faites dans la Cordillère de la Nouvelle-Grenade, LII, 260.
Note sur la profondeur où se trouve la couche de température invariable entre les

tropiques. Sur la température moyenne de la zone torride au niveau de la mer. Sur le décroissement de la température dans les Cordillères, LIII, 225.
Sur les tremblements de terre des Andes, LVIII, 81.
Ascension du Chimborazo, LVIII, 150.
Sur la pluie des tropiques, LXI, 167.
Examen comparatif des circonstances météorologiques où végètent certaines plantes alimentaires à l'équateur et sous la zone tempérée, LXIII, 337.
Sur l'influence des défrichements dans la diminution des cours d'eau, LXIV, 113.
Des influences météorologiques sur la culture de la vigne, LXIV, 34, 174.
Amplitude des variations diurnes du baromètre à diverses stations des Cordillères, (5), XXI, 5.

Minéralogie.

Mémoire sur différentes masses de fer trouvées sur les Cordillères des Andes, XXV, 438.
Mémoire sur l'urao (carbonate de soude), XXIX, 110.
Observations sur quelques carbonates, XXIX, 283.
Analyse de l'alumine sulfatée native de Rio-Saldana, XXX, 109.
Analyse d'une nouvelle substance minérale (gay-lussite), XXXI, 270.
Sur le gisement du platine, XXXII, 204.
Lettre à M. de Humboldt, XXXII, 209.
Sur la composition de l'or natif argentifère, XXXIV, 408.
Analyse de l'arséniate de fer de Loayra, près Marmato, province de Popayan, XLI, 175.
Analyse de la blende noire de la même localité, XLIII, 312.
Sur la présence de l'ammoniaque dans l'oxyde de fer naturel, XLIII, 334.
Analyse d'un nouveau minéral trouvé dans le Paramo-Ricco, près Pamplona (Amérique du Sud), XLV, 325.
Analyse de l'alumine sulfatée du volcan de Pasto, LII, 348.
Examen chimique d'une substance minérale déposée par l'eau chaude de Coconuco, près Popayan, LII, 4, 396.
Analyse de l'halloysite de Quatégué dans la Nouvelle-Grenade, LIII, 439.
Examen d'une substance considérée comme un composé d'hydrogène et de platine, LIII, 441.
Mémoire sur les salins iodifères des Andes, LIV, 163.
Sur le sous-oxyde de plomb, LIV, 264.
Recherches sur la nature de l'acide phosphorique qui constitue les phosphates naturels, LV, 185.
Sur la composition des bitumes, LXIV, 141.
Boussingault et Le Bel. — Analyse de quelques substances bitumineuses, LXXIII, 442.
Analyse d'une résine fossile de Bucaramanga, (3), VI, 517.
Nouvelle analyse de la gay-lussite, (3), VI, 488.
Sur la présence de l'azote dans un fer météorique, (3), LXII, 336.
Boussingault et Damour. — Sur les causes qui déterminent la tuméfaction de l'obsidienne exposée à une haute température, (4), XXIX, 543.
Composition de diverses substances minérales combustibles, (5), XXIX, 363.

Eaux minérales.

Sur les eaux chaudes de la Cordillère de Venezuela, XXIII, 272.
De l'existence de l'iode dans l'eau d'une saline de la province d'Antioquia, XXX, 91.
Analyse de l'eau minérale de Païpa, près Tunja (Amérique du Sud), XLV, 440.
Analyse de l'eau du Rio-Vinagre, LI, 107.
Considérations sur les eaux thermales des Cordillères, LII, 181.

Sur une eau minérale acide du Paramo-de-Ruiz, dans la Nouvelle-Grenade, (3), XX, 119.
Recherches sur la variation que l'eau de la mer Morte paraît subir dans sa composition, (3), XLVIII, 129.
Sur les eaux acides qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères, (5), II, 76.

Gazométrie.

Recherches chimiques sur la nature des fluides élastiques qui se dégorgent des volcans de l'Équateur, LII, 5.
Sur la composition de l'atmosphère, sur la possibilité de constater l'existence des miasmes, sur la présence d'un principe hydrogéné dans l'air, LVII, 148.
Sur la composition de l'air qui se trouve dans les pores de la neige, (3), I, 354.
Dumas et Boussingault. — Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique, (3), III, 257.
Sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air de Paris, (3), X, 456.
Boussingault et Lewy. — Sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air à Paris et à Andilly, (3), X, 470.
Recherches sur le moyen d'extraire, pour le besoin des arts, le gaz oxygène contenu dans l'air atmosphérique, (3), XXV, 5.
Extraction de l'oxygène du bioxyde de baryum par le vide, (5), XIX, 464.
Boussingault et Lewy. — Mémoire sur la composition de l'air combiné dans la terre végétale, (3), XXXVII, 5.

Analyses et observations diverses.

Sur le lait de l'arbre de la vache, XXIII, 219; (5), XV, 180.
Sur le lait vénéneux de l'*Ura crepitans*, XXVIII, 430.
Sur le cera de palma qu'on recueille dans les Andes de Quindiw, XXIX, 330.
Sur la cire de palmier, LIX, 19.
Sur la chica que les Indiens emploient pour se peindre le corps en rouge, XXVII, 315.
Sur les propriétés chimiques du rocou, XXVIII, 440.
Boussingault et Roulin. Examen chimique du curare, poison des Indiens de l'Orénoque, XXXIX, 24.
Sur la composition du vernis des Indiens de Pasto, LVI, 216.
Sur la composition de l'acide pyromucique, LVIII, 106.
Sur la composition du sucre de gélatine et de l'acide nitrosaccharique, (3), I, 257.
Sur la composition du pulque, boisson fermentée préparée avec la sève du maguey, (4), VII, 419.
Sur une matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul, (4), XXV, 5.
Observations critiques sur l'emploi de la teinture ou de la poudre de gaïac pour apprécier la pureté du kirschenwasser, (5), IV, 285.
Sur le cacao et le chocolat, (5), XXVIII, 433 (a paru d'abord dans l'*Agenda du chimiste*).
Action de composants d'une haute température sur quelques sulfates, (4), XII, 419.
Observations sur la congélation du vin et des mélanges d'eau et d'alcool, (3), XXV, 363.
Sur la congélation de l'eau, (4), XXVI, 544.
Sur la température de la grêle, (6), III, 425.
Sur la sensation de chaleur que produit le gaz acide carbonique dans son contact avec la peau, (3), XLIV, 204; (4), VIII, 381.
Expériences ayant pour but de déterminer la cause de la transformation du pain tendre en pain rassis, (3), XXVI, 490.
Sur la nitrière de Tacunga, dans l'État de l'Équateur, (4), VII, 358.
Sur la cause qui produit le goitre dans les Cordillères de la Nouvelle-Grenade, XLVIII, 41.

(2) Sur le point de congélation et sur la tension de vapeur des dissolutions, au point de vue chimique,

par F. M. Raoult,
Professeur à la Faculté des sciences de Grenoble.

La tension de vapeur d'une dissolution d'un sel dans l'eau est moindre que celle de l'eau pure à la même température. La diminution relative de tension de vapeur est, d'après Wüllner (1858), proportionnelle au poids de sel dissous dans un poids d'eau constant; elle est, de plus, une fonction linéaire de la tension de vapeur de l'eau pure à la même température.

Le point de congélation des dissolutions salines est inférieur à celui de l'eau pure; et il est admis, sur l'autorité de Blagden (1788), Despretz (1837), Rudorff (1862), que l'abaissement du point de congélation est sensiblement proportionnel au poids de sel dissous dans un poids d'eau constant. M. de Coppet (1871) a remarqué que l'abaissement du point de congélation des dissolutions salines de même concentration moléculaire est à peu près le même pour les différents sels de composition analogue. Voilà, en peu de mots, ce que l'on savait d'essentiel sur la question en 1878, époque où je l'ai abordée à mon tour.

Au lieu de me borner, comme mes devanciers, à étudier les dissolutions des sels dans l'eau, j'ai employé comme dissolvants une vingtaine de liquides différents et j'y ai dissous près de 200 substances de toute espèce. Je vais rapporter quelques-uns des résultats obtenus, en choisissant de préférence ceux qui sont d'une application immédiate en chimie.

Étude du point de congélation des dissolutions, ou cryoscopie.

Tout corps, en se dissolvant dans un composé défini liquide, capable de se solidifier, abaisse le point de solidification de ce liquide. Cette loi ne souffre aucune exception et il en résulte un moyen très sûr de vérifier et de comparer la pureté des corps : *Entre deux échantillons d'un même corps, le plus pur est celui dont la solidification commence à la température la plus élevée.*

Lorsqu'on refroidit une dissolution étendue, assez fortement pour y déterminer un commencement de congélation, la partie qui se solidifie la première est constituée par le dissolvant pur ou à peu près. La partie qui reste liquide se concentre donc à mesure que la congélation fait des progrès et, par suite, son point de congélation s'abaisse de plus en plus. Rien de pareil n'arrive lors de la solidification d'un composé défini, parfaitement pur. De là un nouveau moyen de reconnaître la pureté des corps : *Si un corps liquide est pur, sa température reste constante tout le temps que dure sa solidification; s'il est impur, sa température baisse depuis le commencement de la solidification jusqu'à la fin.*

D'après ce qui précède, la température à laquelle la congélation

commence est seule fixe, et c'est elle que l'on prend pour son *point de congélation*. Pour déterminer ce point avec exactitude, on procède comme il suit.

Le liquide employé comme dissolvant est pesé dans un flacon bouché sous un volume suffisant. Le corps qu'on y veut dissoudre est pesé à part, avec les précautions d'usage, après quoi il est introduit dans le flacon; s'il est liquide, il est pesé dans une ampoule fermée à la lampe et que l'on brise ensuite dans le flacon par agitation. — La dissolution ainsi préparée est versée dans une éprouvette en verre A, fixée verticalement dans une enceinte L à basse température, et où elle se refroidit par rayonnement. On suspend au milieu du liquide un thermomètre C très sensible, observé au moyen d'une lunette; enfin, on agite continuellement ce liquide à l'aide d'un agitateur D en platine, animé d'un mouvement automatique. Le refroidissement ne doit pas être de plus de 1 degré en 5 minutes. Dans ces conditions, la surfusion se produit toujours. Lorsque la dissolution est descendue de quelques dixièmes de degré au-dessous de son point de congélation, déterminé approximativement par une expérience préliminaire, on fait cesser la surfusion au moyen d'une parcelle du même liquide préalablement solidifiée dans un tube à essai J. Aussitôt le thermomètre remonte et s'arrête en un point où il reste absolument fixe pendant plusieurs minutes; après quoi il descend lentement. La température atteinte par le thermomètre dans sa marche ascendante est le point de congélation de la dissolution.

L'*abaissement du point de congélation* d'une dissolution est la différence entre le point de congélation de cette dissolution et celui du dissolvant pur, déterminé de la même manière et à peu d'heures d'intervalle.

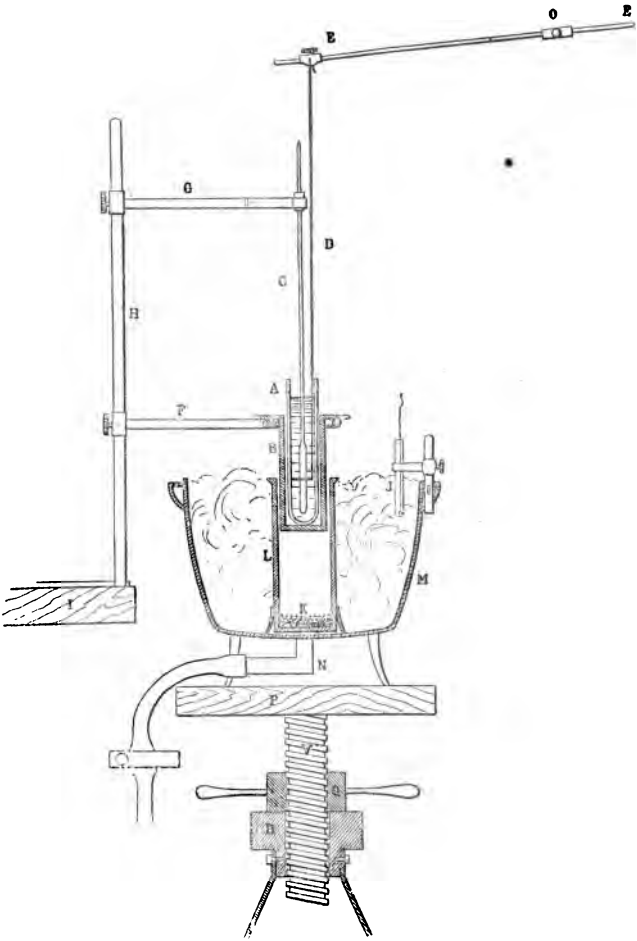
En opérant sur 120 centimètres cubes de dissolution, on arrive aisément à une approximation de $\frac{1}{100}$ de degré. Il est plus difficile d'obtenir autant de précision quand on opère sur de moindres quantités de liquide, mais on y réussit cependant en diminuant la masse du thermomètre et en augmentant encore la lenteur du refroidissement. J'ai pu obtenir ainsi des résultats très exacts en expérimentant sur 40 centimètres cubes de liquide seulement.

L'opération se pratique très commodément au moyen de l'appareil figuré ci-contre.

A. Éprouvette en verre contenant la dissolution dont on veut déterminer le point de congélation.

B. Vase cylindrique en cuivre épais, à peine plus large que A, et reposant, par son bord supérieur, sur l'anneau d'un support F. L'intervalle entre A et B est rempli d'une dissolution de chlorure de calcium. L'éprouvette A est maintenue en place par un petit coin en bois, enfoncé dans cet intervalle et non représenté dans le dessin.

C. Thermomètre très sensible, fixé au milieu de l'éprouvette A par la pince G du support H. Ce thermomètre est observé au moyen d'un viseur à colonne non représenté sur la figure.



Dispositif expérimental de M. Raoult
pour déterminer les points de congélation.

D. Agitateur en platine suspendu à un levier EE auquel un moteur à poids communique un mouvement d'oscillation de haut en bas. Il fait une oscillation par seconde à peu près.

H. Support fixé sur une table spéciale I.

M. Marmite contenant un mélange réfrigérant. Elle est munie d'un tuyau de vidange N.

L. Vase cylindrique *vide* en cuivre verni ou étamé, à peine plus large que le vase B et lesté par de la grenaille de plomb K.

J. Tube à essai renfermant une trace du liquide à congeler et un fil de platine.

P. Plateau en bois supporté par une vis V et qui monte et descend, sans tourner, lorsqu'on manœuvre l'écrou à manettes Q. La vis glisse à frottement dans une gaine lisse ménagée dans la pièce R qui supporte l'écrou Q. Un arrêt fixé dans la pièce R s'engage dans une rainure creusée dans la vis V parallèlement à l'axe et l'empêche de tourner.

Comme les vases A, B et L s'emboîtent l'un dans l'autre, les dimensions du premier déterminent celles des deux autres.

Les dimensions du thermomètre doivent elles-mêmes être en rapport avec celles de l'éprouvette A. Pour la *détermination des poids moléculaires*, on peut se contenter d'un seul thermomètre, marquant de -5^0 à $+20^0$, et dont le degré est divisé en 20 parties. Le réservoir d'un tel thermomètre doit avoir environ 5 millimètres de diamètre et sa tige une longueur de 45 centimètres.

Grâce à ces dispositions, le refroidissement de la dissolution étudiée est toujours lent, puisqu'il n'a lieu que par rayonnement, et on peut le ralentir autant qu'on le veut en descendant le mélange réfrigérant.

Quand on opère comme je l'ai dit, la glace, dès qu'on fait cesser la surfusion, se produit au milieu de la masse liquide sous la forme de paillettes brillantes, qui s'agitent dans tous les sens. Si l'on opère sans précautions, si l'agitation est insuffisante et le refroidissement trop rapide, la glace se forme au contact des parois intérieures de l'éprouvette A et y forme un étui compact. Cet accident se produit surtout avec les dissolutions excessivement étendues et avec les dissolvants purs. Quand il a lieu, l'expérience est manquée et il faut la recommencer.

Le *coefficient d'abaissement* d'une dissolution est le quotient $\frac{C}{P}$ qu'on obtient en divisant l'abaissement C du point de congélation par le poids P de substance dissoute dans 100 grammes de dissolvant.

L'*abaissement moléculaire* de congélation de la substance dissoute s'obtient en multipliant le coefficient d'abaissement, correspondant à une faible valeur de P, par le poids moléculaire M de cette substance.

Les abaissements moléculaires, produits par les divers composés qu'on peut dissoudre dans un même dissolvant, se groupent toujours autour d'un nombre très limité de valeurs.

Dans l'Eau employée comme dissolvant, l'abaissement moléculaire est à peu près le même et voisin de 19 pour tous les composés organiques (excepté les ammoniums). Il est également de 19 pour les acides faibles et pour les bases faibles de nature minérale (SO^2,H^2S,AzH^3).

Il est voisin de 35 pour tous les sels alcalins à acides monobasiques, pour les alcalis et pour les acides monobasiques forts ($KCl, KOH, KAzO^3$). Il est voisin de 40 pour les sels alcalins neutres à acides bibasiques pour les acides bibasiques forts ($K^2SO^4, K^2CrO^5, H^2SO^4$). Il est voisin de 45 pour les sels des métaux biatomiques à acides monobasiques et pour les bases alcalino-terreuses ($BaCl^2, BaAz^2O^6, BaH^2O^2$), etc.

Dans l'ACIDE ACÉTIQUE employé comme dissolvant, il n'y a guère qu'un seul abaissement moléculaire pour tous les corps; il est voisin de 39. Cet abaissement est, en effet, toujours 39, à peu près, pour toutes les matières organiques sans exception, pour les acides minéraux faibles, pour l'eau, pour les acétates des alcaloïdes et des métaux alcalins, pour les chlorures minéraux anhydres. Je ne l'ai trouvé différent que pour l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acétate de magnésie; il est alors de 19, c'est-à-dire sensiblement moitié de 39.

Dans la BENZINE employée comme dissolvant, les abaissements moléculaires produits par les différents corps sont au nombre de deux. L'un est de 25 à peu près, et il appartient aux acides et aux alcools. L'autre est de 49 environ, et il appartient à toutes les autres matières organiques et aux chlorures métalloïdiques. Je considère ce dernier comme étant l'abaissement moléculaire *normal* dans la benzine.

Dans l'acide formique, la nitrobenzine, le bibromure d'éthylène, le thymol, on observe des résultats analogues. La loi suivante les résume : *Si l'on dissout une molécule d'une substance quelconque dans 100 molécules d'un dissolvant quelconque de nature organique, on détermine un abaissement du point de congélation qui est très souvent à peu près le même et voisin de* $0^0,62$. *Lorsqu'il y a exception, cet abaissement se rapproche de* $0^0,31$

Ces résultats peuvent être appliqués à la détermination des poids moléculaires. Supposons d'abord qu'il s'agisse de fixer le poids moléculaire d'une SUBSTANCE ORGANIQUE. Dans un poids p de dissolvant (environ 50 grammes) on dissout un poids q de la substance organique étudiée, tel que, d'après les prévisions, l'abaissement du point de congélation C soit de $1^0,5$ à 2 degrés au plus; ce poids est ordinairement 1 ou 2 grammes. On détermine, comme il est expliqué ci-dessus, l'abaissement C du point de congélation de la dissolution. On peut alors calculer approximativement le poids moléculaire M de la substance dissoute.

Si l'*acide acétique* est le dissolvant employé, on a

$$M = 39 \times \frac{100 \times q}{Cp}.$$

Si l'*eau* est le dissolvant employé, on a

$$M = 19 \times \frac{100 \times q}{Cp}.$$

Si la *benzine* est le dissolvant employé, et si le corps dissous n'est ni un acide, ni un alcool, on a

$$M = 49 \times \frac{100 \times q}{Cp}.$$

J'ai déterminé les différences relatives de tension produites par diverses substances relativement fixes, dans douze dissolvants volatils différents, savoir : l'eau, le chlorure phosphoreux, le sulfure de carbone, la benzine, l'iodure de méthyle, le bromure d'éthyle, l'éther ordinaire, l'acétone, l'alcool méthylique. Je suis arrivé ainsi à des résultats généraux qui peuvent se résumer comme il suit :

La dissolution d'un corps fixe dans un liquide volatil a toujours pour effet de diminuer la tension de vapeur de ce liquide.

La diminution relative de tension est indépendante de la température (du moins tant que la tension de vapeur du dissolvant est comprise entre 400 et 760 millimètres de mercure).

La diminution relative de tension varie avec le degré de concentration. Pour les dissolutions étendues et renfermant moins de 7 molécules dissoutes dans 100 molécules dissolvantes, cette quantité varie à peu près suivant les mêmes lois que l'abaissement du point de congélation. Pour les dissolutions renfermant plus de 10 molécules dissoutes dans 100 molécules dissolvantes, la différence relative de tension diminue indéfiniment à mesure que la concentration augmente.

On peut donc, si les dissolutions sont étendues, calculer la *diminution moléculaire de tension*, c'est-à-dire la diminution de tension de vapeur produite par 1 molécule dissoute dans 100 grammes de dissolvant, au moyen de la formule suivante :

$$\frac{f-f'}{fP} \times M,$$

dans laquelle P est le poids de substance dissoute dans 100 grammes de dissolvant et M le poids moléculaire de cette substance.

L'expérience montre que, dans un même dissolvant, les diminutions moléculaires de tension se groupent toujours autour d'un petit nombre de valeurs, exactement comme cela arrive pour les abaissements moléculaires du point de congélation. Il y a, en effet, un rapport sensiblement constant entre la diminution relative de tension de vapeur et l'abaissement du point de congélation pour toutes les dissolutions préparées avec un même dissolvant. Ce rapport est de $\frac{1}{100}$ pour les dissolutions faites dans l'eau ; il est de $\frac{1}{60}$ à peu près pour les dissolutions faites dans la benzine.

Si l'on divise la diminution moléculaire de tension de vapeur, produite dans un liquide volatil déterminé, par le poids moléculaire de ce liquide, le quotient obtenu représente la diminution relative qui serait produite par 1 molécule de substance fixe dans 100 molécules de dissolvant volatil. En effectuant le calcul pour les diminutions moléculaires normales, on trouve un nombre sensiblement constant et voisin de 0,0105. En d'autres termes, *1 molécule de substance fixe, en se dissolvant dans 100 molécules d'un liquide volatil quel-*

conque, diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction constante de sa valeur et égale à 0,0105. Cette loi est tout à fait analogue à celle qui régit l'abaissement du point de congélation. Elle présente les mêmes anomalies, et celles-ci s'expliquent, de la même manière, par la condensation deux à deux des molécules dissoutes.

Les résultats qui précèdent peuvent être appliqués à la détermination des poids moléculaires. Si les substances dont on veut comparer les poids moléculaires sont volatiles, on y peut dissoudre une même substance fixe, telle que l'huile d'olive, par exemple; si elles sont fixes, on peut les dissoudre dans un même liquide volatil, tel que l'éther. Dans le premier cas, les différences relatives de tension, rapportées par le calcul à un même degré de concentration, sont en raison directe des poids moléculaires des liquides volatils employés comme dissolvants; dans le second cas, elles sont en raison inverse des poids moléculaires des corps fixes dissous. Dans l'un, comme dans l'autre, les dissolutions doivent être aussi étendues que possible.

Il est difficile de mesurer les différences relatives de tension de vapeur avec quelque précision si les dissolutions renferment moins de 4 molécules dissoutes dans 100 molécules dissolvantes. Par contre, il est aisé de mesurer exactement les abaissements du point de congélation de dissolutions six fois plus étendues. C'est donc seulement par exception que, pour fixer le poids moléculaire d'une substance, on devra recourir à la mesure des tensions de vapeur plutôt qu'à celle des points de congélation.

Voyez, pour plus de détails : *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 22 juillet 1878, — 6 décembre 1886, — 4 avril 1887, — 23 mai 1887, — 7 novembre 1887.

(3) Analyse des quinquinas et du sulfate de quinine,

par M. X. Rocques,
Chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris.

Depuis les travaux classiques de Delondre et Bouchardat sur les quinquinas, l'industrie du sulfate de quinine a traversé une série de crises et elle a dû subir d'importantes modifications. C'est qu'en effet le mode d'exploitation et la nature des matières premières, c'est-à-dire des quinquinas, a beaucoup changé. La seule source de quinquinas était autrefois les forêts de quinquinas sauvages de l'Amérique du Sud. Exploitée d'une façon barbare et sans souci du lendemain, cette source s'épuisait et l'on pouvait prévoir le moment où il n'y aurait plus de quinquinas exploitables. C'est alors que les Hollandais, puis les Anglais, eurent l'heureuse idée de chercher à acclimater les quinquinas dans leurs colonies. Après de prodigieux efforts, ils obtinrent de fructueux résultats, et il existe actuellement de vastes plantations de quinquinas à Java et dans les Indes orientales.

Les principales sortes de quinquinas que l'on trouve actuellement dans le commerce sont les suivantes :

1° *Quinquinas sauvages (Amérique du Sud).*

Désignation commerciale.	Genre et espèce.	Alcaloïde dominant.	Composition et observations.
Calisaya....	Cinchona calisaya.	Quinine.	Quinine, quinidine et cinchonine; 20 à 45 millièmes de quinine
Pitayo	— pitayensis.	Quinine.	Quinine, quinidine et cinchonine; 30 à 50 millièmes de quinine
Maracaïbo..	— cordifolia.		
Loxa.....	— officinalis.		
Guayaquil..	— cahuarguera		
Carthagène. Colombie...	— lancifolia.	Quinine ou cinchonidine.	Quinine, cinchonidine et cinchonine; 10 à 35 millièmes de quinine La quinine est quelquefois remplacée en totalité par de la cinchonidine.
Huanuco..	— nitida.		
Lima	— micrantha. — peruviana.		
Rouge	— succirubra.	Quinine et cinchonidine.	Quinine, quinidine, cinchonidine et cinchonine: 20 à 45 millièmes de quinine.
Cuprea.....	Remijia pedunculata.	Quinine.	Quinine, quinidine et cinchonine; 10 à 35 millièmes de quinine

2° *Quinquinas cultivés.*

Java :

Espèces pures.....
- cinchona calisaya javanica.
- — condaminea.
- — lancifolia.
- — ledgeriana.
- — succirubra.

Espèces croisées....
- cinchona micrantha.
- — calisaya anglica (hybrida).

Inde. — Ceylan, principalement cinchona succirubra.
Madras, — officinalis.
Cinchona succirubra.
— josephiana.

Les indications analytiques qui figurent dans ce tableau ont été empruntées à un travail inédit de M. Arnaud et sont la moyenne d'un grand nombre d'analyses.

Les quinquinas qui proviennent de l'Amérique du Sud sont presque tous sauvages; les fragments en sont très gros et une grande partie du bois est restée adhérente à l'écorce.

Les quinquinas cultivés, qui proviennent des possessions hollandaises (principalement Java) et anglaises (Inde), se présentent sous forme de fragments d'écorce roulés, quinquinas américains calisaya, calisaya roulés (Ceylan, succirubra), ou d'écailles d'écorce enlevées à l'arbre (ledgeriana).

La science possède un grand nombre de procédés pour l'analyse du quinquina. Nous avons indiqué celui de Carles dans l'*Agenda du chimiste* de 1880. La méthode généralement employée dans l'industrie, et celle à laquelle nous donnons la préférence, est celle d'Arnaud, dont voici la description :

Analyse des quinquinas. — Procédé au pétrole (Arnaud). — On pulvérise le quinquina très finement et on en pèse 100 grammes. La poudre est placée dans une capsule de porcelaine ou une bassine métallique et additionnée d'une solution de carbonate de soude saturée à la température ordinaire. On triture bien la masse au moyen d'une spatule et l'on ajoute une quantité de solution alcaline juste nécessaire pour former une pâte épaisse; on laisse reposer celle-ci jusqu'au lendemain, et l'on doit alors avoir une masse pulvérulente, mais pas complètement sèche. Le carbonate de soude agit chimiquement, en isolant les alcaloïdes, et mécaniquement, en brisant, par sa cristallisation, tous les petits fragments d'écorce qui auraient pu échapper à l'action du mortier. Le mélange semi-pâteux est placé dans un bocal de verre de 2 litres environ, ou dans une allonge de verre à robinet, et traité par 1 litre d'huile lourde de pétrole (D = 0,800) (M. Arnaud se sert pour le traitement par le pétrole d'une turbine spéciale, permettant l'agitation et la filtration de l'huile). On chauffe au bain-marie et, de temps en temps, on bouche solidement le flacon et on l'agite quelques instants pour faire entrer les alcaloïdes en solution.

Après 20 minutes d'agitation, on verse l'huile dans un entonnoir muni d'un petit tampon de coton, et placé sur une allonge à robinet. On ajoute 25 cent. cubes d'acide sulfurique à 5 pour 100 et on agite pendant 10 minutes l'huile encore tiède avec l'eau acidulée. On décante les 25 cent. cubes, on lave avec un peu d'eau, puis on ajoute 25 cent. cubes de nouvel acide, qu'on agite encore avec l'huile. On les décante, on lave à l'eau et on remet l'huile épuisée sur le quinquina. On refait 2, 3, 4 ou 5 opérations identiques à celle que nous venons de décrire, jusqu'à ce que le quinquina soit épuisé, ce qui se reconnaît en essayant la liqueur sulfurique par de l'ammoniaque, qui donnera un précipité tant qu'il y aura des alcaloïdes.

Les solutions sulfuriques et les eaux du lavage réunies sont chauffées à l'ébullition et additionnées d'ammoniaque jusqu'à neutralité exacte. On concentre la liqueur jusqu'à environ 200 cent. cubes et on ajoute environ 20 grammes de cristaux de tartrate neutre de soude.

On agite jusqu'à ce que ceux-ci soient bien dissous et on laisse reposer jusqu'au lendemain dans un endroit frais. Les tartrates de quinine et de cinchonidine se précipitent; on les recueille sur un petit filtre de toile; on les exprime légèrement, on les lave avec le moins d'eau possible, puis on les dessèche, on les pèse et on les analyse au moyen du polarimètre, comme nous l'indiquons plus loin à propos de l'analyse du sulfate de quinine. On peut négliger complètement la solubilité des tartrates en présence de l'excès de tartrate de soude. La liqueur mère, séparée des tartrates, est concentrée à environ 100 cent. cubes et additionnée de 4 à 5 gr. d'iodure de sodium. On fait bouillir un instant, puis, lorsque la liqueur est encore tiède, on ajoute environ 20 cent. cubes d'alcool et on laisse déposer jusqu'au lendemain. L'iodhydrate de quinidine se précipite, on le recueille sur un petit filtre taré, on le lave avec le moins d'eau possible, on le sèche à 100° et on le pèse. Ce poids, multiplié par 0.7168, donne la proportion de quinidine. En présence de l'excès d'iodure, on peut également négliger la solubilité de ce sel. La liqueur mère est additionnée de 20 cent. cubes d'alcool, puis d'ammoniaque. La cinchonine, peu soluble dans l'alcool dilué, se précipite, tandis que les bases amorphes restent en solution. On recueille l'alcaloïde et on le pèse après l'avoir séché à 100°. L'eau mère, débarrassée de son alcool par ébullition, est additionnée d'un excès d'ammoniaque et agitée avec du chloroforme qui dissout les alcaloïdes amorphes restants. On recueille ce dissolvant et on l'évapore dans un vase taré. L'extrait, séché à 100°, est pesé et donne la proportion des alcaloïdes amorphes.

Essai du sulfate de quinine. — Les quinquinas actuellement les plus employés sont ceux des Indes orientales. Or tous ces quinquinas contiennent une forte proportion de cinchonidine. Le sulfate neutre de quinine (appelé autrefois sulfate basique) forme, avec le sulfate de cinchonidine, des sels doubles, et bien que le sulfate de cinchonidine soit beaucoup plus soluble dans l'eau que le sulfate de quinine, il est toujours partiellement entraîné et cristallise avec ce dernier. Aussi est-ce surtout à la recherche et au dosage de la cinchonidine dans les sulfates du commerce qu'il faut s'attacher actuellement. Le Codex pharmaceutique français, revisé en 1884, indique pour l'essai du sulfate de quinine le procédé Kerner. C'est aussi celui que nous choisirons. Il permet de retrouver de petites quantités de cinchonine et de quinidine et de 2 à 3 pour 100 de cinchonidine. Cependant le Codex français ne mentionnait pas la température à laquelle on doit faire la solution des sulfates. A la suite d'une publication de M. de Vrij, annonçant la présence d'une forte proportion de cinchonidine dans les sulfates du commerce, ce procédé a été soigneusement étudié par M. Jungfleisch, et la Société de Pharmacie a nommé une commission (MM. Jungfleisch, Wurtz, Yvon, Guinochet, Marty rapporteur) chargée d'éclaircir ce point et de compléter les indications du Codex.

Procédé Kerner. — Ce procédé est basé sur les deux faits suivants :

Le sulfate de quinine est le moins soluble dans l'eau froide des sulfates neutres des alcaloïdes du quinquina, tandis que l'hydrate de quinine est le plus soluble de ces alcaloïdes dans la solution d'ammoniaque.

Voici le procédé, tel qu'il est indiqué dans le Codex, avec les modifications adoptées par la Société de Pharmacie :

Prenez 2 grammes de sulfate de quinine, mélangez-les dans un tube à essai bouché avec 20 cent. cubes d'eau distillée, en agitant vivement, de manière à mettre le sel en suspension dans le liquide; maintenez en contact pendant une demi-heure, en tenant le tube plongé dans un bain d'eau à 60° et en agitant de temps en temps. Laissez refroidir complètement à l'air, puis dans un bain d'eau à la température de + 15°, où le tube sera maintenu pendant une demi-heure et agité fréquemment. Versez ensuite le contenu du tube sur un petit filtre Berzélius et faites avec le liquide filtré les deux opérations suivantes :

a. — Prélevez, au moyen d'une pipette jaugée, 5 cent. cubes de la liqueur limpide, introduisez-les dans un tube et ajoutez-y 7 cent. cubes de solution ammoniacale de 0,960 de densité, en opérant de manière que les liquides se mélangent le moins possible; bouchez le tube et renversez-le doucement; vous devez obtenir immédiatement ou au bout de très peu de temps un mélange limpide, et qui reste tel même après 24 heures. Un trouble persistant, ou des cristaux déposés dans la liqueur d'abord éclaircie, indiqueront la présence d'une proportion inacceptable d'alcaloïdes autres que la quinine.

b. — Prélevez, d'autre part, 5 cent. cubes de cette même liqueur limpide et saturée à + 15°, versez-les dans une petite capsule exactement tarée, et évaporez à l'étuve à 100° jusqu'à ce que la capsule et son contenu ne varient plus de poids. Le résidu laissé par les 5 cent. cubes de liqueur ne devra pas peser *plus* de 0gr,015.

Le Codex ajoute que le sulfate de quinine pur, trop fortement effleuri, peut être trouvé impur quand on le soumet à cet essai. C'est une erreur que M. Jungfleisch et la Commission de Pharmacie ont ultérieurement relevée. Le sulfate de quinine *pur* desséché donne une liqueur limpide quand on le soumet à l'essai Kerner. On ne doit tenir compte de l'efflorescence du sel que s'il contient une petite quantité d'alcaloïdes autres que la quinine. Les expériences suivantes, faites par la Commission de Pharmacie (M. Marty rapporteur), indiquent l'exactitude de la méthode. Dans le tableau suivant figurent les résultats obtenus dans l'essai Kerner, fait à différentes températures sur trois sulfates :

A. Sulfate de quinine impur, renfermant 11,026 % d'eau et ayant comme pouvoir rotatoire moléculaire

$$[\alpha]_D = -234^\circ,1.$$

B. Le sulfate précédent, recristallisé 3 fois, par conséquent presque pur, renfermant 4.70 % d'eau et ayant le pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = -242^0.$$

C. Sulfate pur

eau.. .. 14,644 %,

$$[\alpha]_D = -243^0,4.$$

Température à laquelle a été fait l'essai Kerner.	A		B		C	
	C. cubes d'ammoniaque consommée.	Extrait sur 5 c. cubes.	C. cubes d'AzH^3.	Extrait.	C. cubes d'AzH^3.	Extrait.
	cc.	milligr.	cc.	milligr.	cc.	milligr.
20°	7,6	13,7	3,1	8,4	4,6	7,2
40°	8,1	14,8	5,2	9,1	4,6	7,2
50°	8,4	15,4	5,5	9,3	4,6	7,4
60°	10,4	16,8	5,4	9,3	4,6	7,5
80°	21,5	27,8	5,5	9,4	5,0	7,7

On voit donc que la tolérance de 7 centimètres cubes d'ammoniaque et de 15 milligrammes d'extrait est large. Elle correspond à une proportion de sulfate de cinchonidine de 2 à 3 pour 100 environ.

Nous mentionnerons, à la suite du procédé Kerner, deux modes d'essai simples et faciles à exécuter, qui peuvent rendre des services; ce sont les procédés à l'oxalate et au chromate.

Procédé à l'oxalate (Schaefer). — On dissout 2 grammes de sulfate à essayer dans 55 cent. cubes d'eau à l'ébullition, on ajoute alors une solution de un demi-gramme d'oxalate neutre dissous dans 5 cent. cubes d'eau; on agite bien, puis on fait refroidir en placant le vase dans un bain d'eau à 20° pendant une heure et on a soin d'agiter de temps en temps. On filtre, et dans la liqueur on ajoute une goutte de lessive de soude : le liquide reste clair s'il y a moins de 1 pour 100 de sulfate de cinchonidine; il se trouble, au contraire, s'il y a une plus grande quantité de ce sel.

Procédé au chromate (de Vrij). — On dissout 2 grammes de sulfate de quinine dans 80 cent. cubes d'eau bouillante. On ajoute à la solution 10 cent. cubes d'une liqueur renfermant 50 grammes de chromate neutre de potasse pur par litre d'eau. Le chromate neutre de quinine, fort peu soluble dans l'eau, se précipite aussitôt. On refroidit le mélange et on le maintient à 15° pendant deux heures en agitant de temps en temps. On filtre et on ajoute à la liqueur filtrée quelques

gouttes de soude caustique. Si la liqueur se trouble, il y a plus de 1 pour 100 de sulfate de cinchonidine. On peut apprécier un demi pour 100 de sulfate de cinchonidine en concentrant la liqueur additionnée de soude caustique.

Les auteurs des deux méthodes précédentes ont appliqué le même procédé au dosage de la cinchonidine. Ces méthodes ne donnent pas de résultats exacts, car les oxalates et chromates donnent, de même que les sulfates, des sels doubles de cinchonidine et de quinine, qui cristallisent partiellement avec les oxalate, chromate et sulfate de quinine. Dans le précipité de chromate ou d'oxalate, il reste donc de la cinchonidine. Une seconde cause d'erreur est la nature du précipité par la potasse. Celui-ci n'est pas uniquement composé de cinchonidine, mais il renferme de la quinine (Hesse a montré qu'il était formé de 1 molécule de quinine pour 7 de cinchonidine).

Analyse du sulfate de quinine. — Le sulfate de quinine neutre (ancien sulfate basique), cristallisé, possède la formule

$$(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2\ H^2SO^4 + 7Aq,$$

ce qui correspond à

Eau.	14,45
Acide sulfurique.	11,23
Quinine.	74,31

L'analyse du sulfate de quinine comprend le dosage de l'eau, du sulfate de quinine et des divers autres sulfates. Parmi ces derniers, le plus important de beaucoup est le sulfate de cinchonidine, qui, quoique bien plus soluble que le sulfate de quinine, cristallise toujours partiellement avec lui.

Dosage de l'eau. — Ce dosage présente quelques difficultés, parce que le sulfate de quinine cristallisé est hygroscopique et que le sulfate sec est très hygrométrique. Après avoir bien mélangé l'échantillon du sulfate à analyser, on en prélève environ 1 gramme, qu'on place dans un petit appareil taré, formé de deux verres de montre rodés et réunis par une petite pince de cuivre. On pèse le tout et on a, par différence, la quantité de sulfate prélevée. On découvre le sulfate et on le place à l'étuve à 100° pendant trois heures. Au bout de ce temps, toute l'eau est partie, on recouvre le verre de montre, on laisse refroidir le petit appareil dans l'exsiccateur, et on le pèse. Le Codex admet que le sulfate peut renfermer jusqu'à 15 pour 100 d'eau et le *Formulaire militaire* jusqu'à 12 pour 100.

Dosage des alcaloïdes. — Méthode des tartrates. — Cette méthode est basée sur l'insolubilité presque complète dans l'eau des tartrates de quinine et de cinchonidine, et sur la possibilité de déterminer au moyen du polarimètre la composition d'un mélange de ces deux tar-

trates. Cette méthode, qu'Oudemans a le premier indiquée, a été appliquée et perfectionnée par un grand nombre de chimistes, et notamment par Koppeschaar.

Voici comment on la pratique :

On pèse rapidement 5 grammes de sulfate cristallisé qu'on place dans un becherglass, on y ajoute environ 210 cent. cubes d'eau et on amène à l'ébullition, qui doit donner une dissolution complète. Si la solution n'était pas parfaite, cela indiquerait la présence d'un excès de base et il serait nécessaire d'ajouter une trace d'acide sulfurique jusqu'à ce qu'on ait fait passer la totalité des bases à l'état de sulfate neutre. On verse dans ce liquide une solution chaude de 7 grammes de tartrate neutre de sodium dans environ 20 cent. cubes d'eau. On retire du feu et on agite vivement. Les tartrates cristallisent et on les laisse reposer jusqu'au lendemain. On filtre au moyen d'une petite trompe, de manière à débarrasser le plus possible les cristaux de l'eau-mère, et on lave ceux-ci avec une petite quantité d'eau froide (environ 30 cent. cubes). On recueille aussi complètement que possible les tartrates et on les place dans un petit vase à évaporation, taré avec un verre de montre comme couvercle. On sèche les tartrates à 100° et on en prend le poids. Il y a lieu d'ajouter au nombre ainsi obtenu la quantité de tartrates de quinine et de cinchonidine qui restent dans l'eau-mère, ces sels n'étant pas complètement insolubles. Dans les conditions indiquées, cette proportion est en moyenne de 0gr,078 pour 100 cent. cubes, et comme le volume d'eau employé est à peu près exactement de un quart de litre, il faudra ajouter 0,198 au nombre trouvé ; et en multipliant cette somme par 20, on aura la quantité de tartrates secs fournis par 100 grammes de sulfate à analyser. On peut admettre par le calcul, bien que ce fait ne soit pas absolument exact, que le tartrate dissous présente la composition du tartrate recueilli.

Il faut maintenant polariser le mélange de tartrates. Pour cela on pèse 2 grammes de tartrates secs qu'on dissout dans 15 centimètres cubes d'acide chlorhydrique normal, et on amène la solution au volume de 100 cent. cubes. La liqueur obtenue est examinée au polarimètre dans un tube de 20, 30 ou 50 centimètres et à la température de 17°. On calcule le pouvoir rotatoire spécifique en multipliant la rotation obtenue (exprimée en degrés et dixièmes de degré) par 25 si on a employé un tube de 20 centimètres, par 16,667 si on a employé un tube de 30 centimètres, et par 10 si on a employé un tube de 50.

Le tableau suivant indique la composition centésimale des tartrates correspondant au pouvoir rotatoire spécifique.

Il a été calculé au moyen de la formule

$$\text{Tartrate de quinine} = \frac{\alpha - 137,67}{0,824}.$$

Déviation obtenue.			Pouvoir rotatoire moléculaire correspondant.	Proportion de tartrate de quinine sec. %	Proportion de tartrate de cinchonidine sec. %
Tube de 20 cent.	Tube de 30 cent.	Tube de 50 cent.			
8°,803	13°,204	22°,007	220°,07	100,00	0,00
8,766	13,150	21,917	219,17	98,91	1,09
8,733	13,100	21,833	218,33	97,88	2,12
8,700	13,050	21,750	217,50	96,87	3,13
8,666	13,000	21,667	216,66	95,86	4,14
8,633	12,950	21,583	215,83	94,85	5,15
8,600	12,900	21,500	215,00	93,84	6,16
8,566	12,850	21,417	214,17	92,83	7,17
8,533	12,800	21,333	213,33	91,82	8,18
8,500	12,750	21,250	212,50	90,81	9,19
8,466	12,700	21,167	211,67	89,80	10,20
8,433	12,650	21,083	210,83	88,79	11,21
8,400	12,600	21,000	210,00	87,78	12,22
8,366	12,550	20,917	209,17	86,77	13,23
8,333	12,500	20,833	208,33	85,76	14,24
8,300	12,450	20,750	207,50	84,74	15,26
8,266	12,400	20,667	206,66	83,73	16,27
8,233	12,350	20,583	205,83	82,72	17,28
8,200	12,300	20,500	205,00	81,71	18,29
8,166	12,250	20,417	204,17	80,70	19,30
8,133	12,200	20,333	203,33	79,68	20,32
8,100	12,150	20,250	202,50	78,67	21,33
8,066	12,100	20,167	201,67	77,66	22,34
8,033	12,050	20,083	200,83	76,65	23,35
8,000	12,000	20,000	200,00	75,64	24,36
7,933	11,900	19,833	198,33	73,62	26,38
7,866	11,800	19,667	196,66	71,60	28,40
7,800	11,700	19,500	195,00	69,58	30,42
7,733	11,600	19,333	193,33	67,56	32,44
7,666	11,500	19,167	191,67	65,54	34,46
7,600	11,400	19,000	190,00	63,51	36,49
7,533	11,300	18,833	188,33	61,48	38,52
7,466	11,200	18,667	186,66	59,46	40,54
7,400	11,100	18,500	185,00	57,44	42,56
7,333	11,000	18,333	183,33	55,41	44,59
7,266	10,900	18,167	181,67	53,39	46,61
7,200	10,800	18,000	180,00	51,37	48,63
7,133	10,700	17,833	178,33	49,35	50,65
7,066	10,600	17,667	176,66	47,32	52,68
7,000	10,500	17,500	175,00	45,30	54,70
6,933	10,400	17,333	173,33	43,27	56,73

Déviation obtenue..			Pouvoir rotatoire moléculaire correspondant.	Proportion de tartrate de quinine sec. %	Proportion de tartrate de cinchonidine sec. %
Tube de 20 cent.	Tube de 30 cent.	Tube de 50 cent.			
6°,866	10°,300	17°,167	171°,67	41,25	58,75
6,800	10,200	17,000	170,00	39,23	60,77
6,733	10,100	16,833	168,33	37,20	62,80
6,666	10,000	16,667	166,66	35,18	64,82
6,600	9,900	16,500	165,00	33,16	66,84
6,533	9,800	16,333	163,33	31,13	68,87
6,466	9,700	16,167	161,67	29,11	70,89
6,400	9,600	16,000	160,00	27,09	72,91
6,333	9,500	15,833	158,33	25,06	74,94
6,266	9,400	15,667	156,66	23,04	76,96
6,200	9,300	15,500	155,00	21,02	78,98
6,133	9,200	15,333	153,33	19,00	81,00
6,066	9,100	15,167	151,67	16,98	83,02
6,000	9,000	15,000	150,00	14,96	85,04
5,933	8,900	14,833	148,33	12,93	87,07
5,866	8,800	14,667	146,66	10,91	89,09
5,800	8,700	14,500	145,00	8,89	91,11
5,733	8,600	14,333	143,33	6,85	93,15
5,666	8,500	14,167	141,67	4,83	95,17
5,600	8,400	14,000	140,00	2,81	97,19
5,507	8,260	13,767	137,67	0,00	100,00

Les nombres mentionnés dans ce tableau sont calculés de telle sorte que la différence entre les pouvoirs rotatoires spécifiques voisins correspond jusqu'à une teneur de 25 pour 100 de sulfate de cinchonidine à une différence de lecture de 5 minutes pour le tube de 50 centimètres, de 3 minutes pour le tube de 30 centimètres, et de 2 minutes pour le tube de 20 centimètres; pour des richesses inférieures, le tube est calculé pour une différence de 4 minutes pour le tube de 20 centimètres. Cette remarque montre avec quel soin il faut faire la lecture polarimétrique. Le dosage optique doit être fait avec la plus grande minutie et il faut prendre plusieurs fois le même pouvoir rotatoire en retournant le tube bout à bout et dans divers sens et calculant la moyenne des observations. Il faut aussi que la température soit la plus voisine possible de 17°.

On pourra se rendre compte par l'inspection des tableaux suivants de l'approximation à laquelle on peut arriver. Nous supposons que pratiquement on ne peut pas, en opérant *très soigneusement*, observer avec une approximation de plus de 2 minutes près.

Degré observé.	Pouvoir rotatoire moléculaire correspondant.	Tartrate de quinine sec. %	Tartrate de cinchonidine sec. %
	Tube de 20 centimètres.		
8°803	220°07	100,00	0,00
8,766	219,17	98,91	1,09
8,733	218,33	97,88	2,12
8,700	217,55	96,87	3,13
	Tube de 30 centimètres.		
13°204	220°07	100,00	0,00
13,171	219,52	99,33	0,67
13,138	218,97	98,66	1,34
13,104	218,40	97,97	2,03
	Tube de 50 centimètres.		
22°007	220°07	100,00	0,00
21,974	219,74	99,60	0,40
21,941	219,41	99,19	0,81
21,907	219,07	98,78	1,22

Il est, comme on le voit, fort avantageux d'opérer avec un tube de 50 centimètres; on peut déterminer à moins de 1/2 pour 100 près la composition du mélange de tartrates.

Les tartrates de quinine et de cinchonidine obtenus sont convertis en sulfates secs au moyen des coefficients :

Tartrate de quinine sec.... $\times$ 0,92098 = sulfate de quinine sec.

Tartrate de cinchonidine sec $\times$ 0,91466 = sulfate de cinchonidine sec.

En général, la somme de l'eau et des sulfates secs ainsi obtenus est très voisine de 100, et l'on peut, pour la plupart des analyses, se borner à indiquer par différence la proportion des autres sulfates (quinidine, cinchonine, etc).

Exemple. 5 grammes de sulfate de quinine du commerce renfermant 14,75 pour 100 d'eau, soumis au traitement indiqué, ont fourni 4gr,475 de tartrates séchés à 100°. En polarisant ceux-ci, on a trouvé — 21°,083 au tube de 50 centimètres.

La quantité de tartrates formée est

$$4^{gr},415 + 0,198 = 4,613.$$

100 gr. de sulfate de quinine ont donc fourni $4,613 \times 20 = 92^{gr},26$ de tartrates secs.

La rotation de $-21^{\circ},083$ ($\alpha_D = -210,83$) correspond à la composition :

Tartrate de quinine sec.	88,79
— de cinchonidine sec.	11,21

Les 93gr,46 de tartrates sont donc formés de :

Tartrate de quinine sec. .	$88,79 \times 0,9226 = 81,92$
— de cinchonidine sec	$11,21 \times 0,9226 = 10,34$

ce qui correspond à :

Sulfate de quinine sec. . .	$81,92 \times 0,92098 = 75,45$
— de cinchonidine sec.	$10,34 \times 0,91466 = 9,46$

La composition du sulfate est donc :

Eau.	14,75
Sulfate de quinine sec.	75,45
Sulfate de cinchonidine sec.	9,46
Autres sulfates.	0,34
	100,00

Si la proportion des sulfates indéterminés est trop grande, ou si l'on désire faire l'analyse complète du sulfate de quinine, on opérera comme nous l'avons indiqué pour l'analyse du quinquina.

Le sulfate de quinine a été l'objet d'un certain nombre de falsifications grossières, fort rares d'ailleurs, telles que l'addition de sulfate de chaux, de sulfate d'ammoniaque, etc. Rien n'est plus simple que de constater ces fraudes. Il suffit de traiter une petite quantité de sulfate par de l'alcool, qui doit donner une solution complète. On pourra faire également le dosage de l'acide sulfurique, qui devra être concordant avec les résultats obtenus par l'analyse optique. Ce dosage s'effectue par les méthodes ordinaires de l'analyse quantitative.

(4) Dosage de l'azote par la méthode Kjeldahl,

par M. J. de Brevans,
Chimiste au Laboratoire municipal de Paris.

Le chimiste danois Kjeldahl a publié en 1883 un procédé de dosage qui permet de déterminer l'azote des combinaisons organiques sous forme d'ammoniaque, par la voie humide. Ce nouveau procédé, très simple et très rapide, a, depuis que l'auteur l'a fait connaître, remplacé, surtout à l'étranger, les méthodes anciennes de dosage de l'azote au point de vue pratique, et nous croyons utile, étant donné le succès qu'il a obtenu, de le faire connaître ici.

Comme déjà la méthode Kjeldahl a subi de nombreuses modifications, nous commencerons par donner le résumé du travail original de l'auteur, puis les principaux changements que les chimistes qui se sont occupés de cette question ont apportés au procédé; et enfin, nous terminerons par l'exposé des règles pratiques posées par le

Comité des Stations agronomiques et des laboratoires agricoles dans son rapport de 1887[1].

Procédé original de Kjeldahl[2]. — Le but que s'était proposé Kjeldahl était d'appliquer au dosage de l'azote dans les matières organiques les procédés si simples et si pratiques de la voie humide, résultat auquel Wanklyn était déjà arrivé pour la détermination des matières albuminoïdes dans les eaux, en transformant l'azote de ces substances en ammoniaque au moyen d'un agent oxydant, le permanganate de potasse, en présence d'un alcali. Cette méthode de dosage, suffisante dans le cas précédent, ne peut pas s'appliquer d'une façon générale, et particulièrement lorsqu'on a affaire à des matières organiques d'origine végétale ou animale. En effet, celles-ci se dissolvent dans les liqueurs alcalines, mais en laissant presque toujours un résidu qui renferme encore de notables proportions d'azote[3]. Tout autre est l'action des acides : ceux-ci dissolvent complètement ces mêmes matières et transforment leur azote organique en combinaisons très facilement décomposables.

Kjeldahl essaya d'abord l'oxydation des matières azotées au moyen de liqueurs étendues d'acide sulfurique, en présence d'un excès de permanganate et à l'ébullition; les résultats donnés par un grand nombre d'expériences lui firent envisager cette manière d'opérer comme encore défectueuse.

Il n'en est pas de même si l'on traite préalablement la matière par l'acide sulfurique concentré et si l'on opère à une température très voisine du point d'ébullition de celui-ci; tout l'azote est transformé, après l'oxydation au permanganate, qui suivra la dissolution dans l'acide, en sulfate d'ammoniaque. Ce sel, par un traitement ultérieur, abandonnera toute son ammoniaque, que l'on pourra alors doser par les méthodes ordinaires.

Les résultats obtenus par Kjeldahl, après une série d'expériences faites dans les conditions que nous venons d'indiquer, lui ont permis de formuler la règle suivante pour l'application de sa nouvelle méthode :

La matière est chauffée quelque temps avec un fort excès d'acide sulfurique concentré, à une température voisine de l'ébullition; la solution ainsi obtenue est oxydée par un excès de permanganate de potasse sec et en poudre fine. Par ce traitement, l'azote organique est entièrement transformé en sulfate d'ammoniaque, dont l'ammoniaque pourra parfaitement être mise en liberté en saturant la liqueur par un excès de soude ou de potasse et pourra être dosée en la recueillant par distillation. Pour ce dosage on pourra faire usage, soit de la méthode colorimétrique de Nessler pour des quantités très faibles d'ammoniaque, soit, dans la plupart des cas, de la méthode

1. *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 6e année, n° 3. 1887.
2. *Zeitschrift für analytische Chemie*, du Dr R. Fresenius, t. XXII, p. 366. 1883.
3. Wagner, *Landw. Versuchsstationen*, XXV, 195. — *Journ. Chem. Soc.*, XXI, 161 (1868). — *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. Berlin*, X, 1936. II, 1202.

ordinaire de titrage. De nombreux essais ont montré que le sulfate d'ammoniaque ne subissait aucune décomposition à la haute température à laquelle se fait l'oxydation, et que par là il n'y avait pas à craindre des pertes d'ammoniaque; l'exemple suivant le montre.

0gr,0925 de sulfate d'ammoniaque ont été traités par de l'acide sulfurique pendant quatre heures, à une température voisine du point d'ébullition. Après l'oxydation par le permanganate de potasse, l'ammoniaque fut dosée et on en trouva une quantité correspondant à 0gr,0923 de sulfate d'ammoniaque, quantité à 0,0002 près égale à celle employée pour l'expérience.

L'attaque à l'acide sulfurique se fait d'une manière très commode et rapidement, comme il suit : La matière est pesée dans un ballon taré qui doit servir à l'essai, ce qui facilite les opérations, surtout lorsqu'on analyse des liquides; on évite dans ce cas les manipulations nécessaires pour en permettre le mélange, soit avec l'oxyde de cuivre, soit avec la chaux sodée, suivant la méthode employée, c'est-à-dire l'évaporation dans de minces capsules de verre, en présence de sable siliceux et à une température suffisamment basse pour que la décomposition des matières organiques ne se produise pas.

La matière étant pesée, on y ajoute une quantité suffisante d'acide sulfurique, quantité que l'on a déterminée à l'avance par expérience et qui doit être toujours la même, pour éviter les tâtonnements lorsque l'on procédera à la saturation par la soude. Si la matière est très liquide, il sera nécessaire de chasser la plus grande quantité de l'eau par l'évaporation; comme il pourrait être dangereux d'attendre que l'on ait un extrait absolument sec, on se contentera d'un extrait sirupeux. Dans ce cas on devrait employer une plus forte quantité d'acide, pour éviter la dilution de ce réactif par l'eau que renferme encore la matière.

Il est nécessaire de s'assurer de temps en temps que l'acide sulfurique que l'on emploie ne renferme pas d'ammoniaque. Cette vérification se fait en opérant l'attaque, et les opérations indiquées plus haut, sur du sucre pur. Si le réactif renferme de l'ammoniaque, la quantité trouvée devra être retranchée des résultats obtenus dans les dosages ultérieurs.

Le ballon contenant la matière et l'acide sulfurique est chauffé au moyen d'une petite flamme d'un bec Bunsen. La matière ne tarde pas à se charbonner; puis, sous l'influence de la chaleur, une vive réaction, accompagnée d'un dégagement de gaz, se manifeste; pendant ce temps la dissolution a lieu. L'ébullition de l'acide sulfurique produisant de forts soubresauts, il est nécessaire de faire usage de ballons très solides, que l'on maintient fixes et inclinés. Kjeldahl emploie des ballons d'une capacité d'environ 100 cent. cubes, à long col. La capacité relativement considérable des ballons et leur long col sont nécessaires pour éviter les pertes d'acide pendant le chauffage; en effet, les vapeurs rencontrent une grande surface froide qui les condense, ce qui permet d'opérer avec une quantité constante de liquide.

Lorsque le dégagement de gaz a cessé, l'action de l'acide sulfurique n'est pas terminée, comme on pourrait le croire; l'oxydation se poursuit : on peut le constater aux changements de couleur de la masse. Celle-ci, par le chauffage suffisamment prolongé, passe successivement, lorsque la dissolution est complète, d'une teinte noirâtre obscure au brun clair, s'atténuant progressivement jusqu'au jaune paille, et enfin le liquide se décolore complètement et devient aussi limpide que de l'eau, ce qui indique la fin de la première opération. Un temps assez long est nécessaire pour arriver à ce résultat; on peut cependant l'abréger en mélangeant l'acide sulfurique ordinaire employé avec de l'acide sulfurique fumant ou de l'anhydride phosphorique; ces substances ont pour effet d'atténuer l'hydratation de l'acide servant à l'attaque.

Par l'emploi de l'acide phosphorique anhydre, on peut, en chauffant pendant deux heures, obtenir un liquide limpide, d'un brun très clair. Généralement il n'est pas besoin de pousser aussi loin l'oxydation; la transformation totale de l'ammoniaque a lieu bien avant ce point, et l'opération ne demande qu'une à deux heures. Certaines substances cependant exigent une oxydation plus complète, et alors on ne peut considérer la réaction comme terminée que quand la liqueur est devenue parfaitement incolore.

La température, comme cela a déjà été dit, doit être maintenue très voisine du point d'ébullition de l'acide, ce qui est facile à obtenir et ne nécessite aucune surveillance; la limite inférieure est 150 degrés; entre cette température et 100 degrés, la formation d'ammoniaque est très incomplète. Comme toutes les substances organiques sont solubles à chaud dans l'acide sulfurique, la pulvérisation parfaite n'est pas nécessaire, et cela n'est pas un des avantages les moins importants de la nouvelle méthode.

Pour beaucoup de substances, la formation de l'ammoniaque est déjà achevée par le traitement par l'acide sulfurique; il en est ainsi pour l'acide urique, l'asparagine, la matière protéique du gluten, etc.; on pourrait donc souvent arrêter là l'oxydation. Au contraire, pour d'autres matières (combinaisons de la série aromatique, alcaloïdes, etc.) ce traitement seul est insuffisant.

Le complément d'oxydation est produit au moyen du permanganate de potasse; les autres oxydants, et particulièrement le bichromate de potasse, doivent être écartés comme ayant une action beaucoup moins forte. Le permanganate est ajouté à la liqueur sulfurique, en poudre sèche et fine, par petites portions et avec beaucoup de précautions, la réaction qui se produit étant très vive. L'addition du permanganate se fait dans le liquide chaud, mais après avoir éloigné le brûleur du ballon. Il n'y a pas lieu de craindre de perte d'ammoniaque dans cette opération, si elle est faite très vivement.

La teinte que prend le liquide est un indice certain que la quantité de permanganate de potasse employée est suffisante : d'abord sombre, elle s'éclaircit peu à peu, à mesure que l'oxydation augmente, pour disparaître lorsqu'elle est terminée. Lorsque l'anhydride

...

phosphorique se trouve en présence, la liqueur conserve une coloration vert-bleu, duc à la formation d'oxyde de manganèse qui indique la fin de la réaction.

L'oxydation étant terminée, on procède à la saturation de la liqueur acide. A cet effet, le liquide, préalablement refroidi et étendu d'eau, est décanté dans un ballon à distiller d'environ 750 cent. cubes, et on y verse très rapidement une quantité suffisante d'une lessive de soude caustique de 1,3 de densité, préparée à l'avance. Cette lessive ne doit pas contenir d'ammoniaque; il est prudent de la faire bouillir de temps en temps avant de s'en servir.

Le ballon est ajusté à l'appareil à distillation au moyen d'une allonge en verre et d'un bouchon de caoutchouc; le ballon est fortement incliné du côté du réfrigérant. Comme il se produit des chocs assez forts lorsqu'on chauffe une lessive alcaline concentrée, on devra placer dans le ballon quelques fragments de zinc, qui produiront un faible dégagement d'hydrogène ayant pour effet de régulariser l'ébullition. Le zinc ajouté n'a aucune action sur les résultats de l'opération, ainsi que l'a constaté Kjeldahl.

Le liquide qui distille est recueilli dans une liqueur d'acide sulfurique titrée, ainsi que cela se pratique pour les dosages d'ammoniaque, et le titrage se fait, l'opération étant terminée, comme nous l'avons déjà dit, par les méthodes ordinaires : par exemple celle de M. Schlœsing.

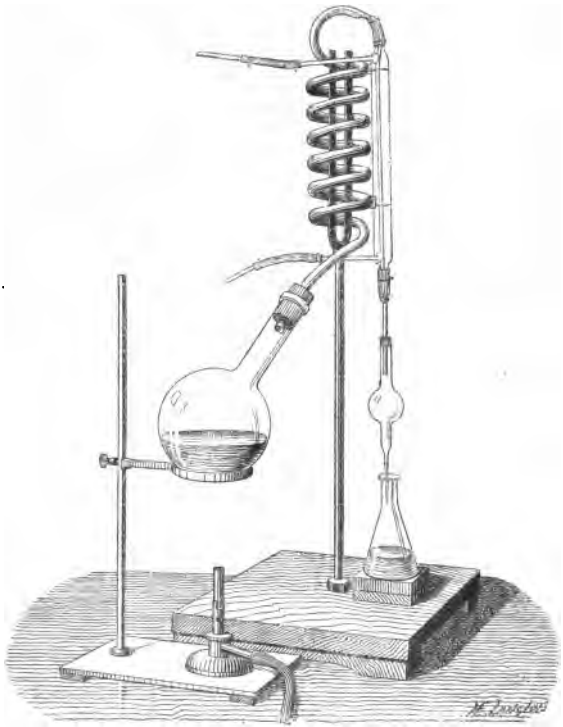
Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus par Kjeldahl dans ses expériences pour contrôler la nouvelle méthode.

	Trouvé.		Calculé.	
Asparagine.	18,7	% d'azote.	18,67	% d'azote.
Acide urique.	33,1	—	33,3	—
Urée.	46,6	—	46,7	—
Chlorhydrate d'aniline. . .	10,65	—	10,82	—
Chlorhydrate de morphine.	4,21	—	4,36	—
— de quinine. .	7,47	—	7,77	—
Caféine.	28,6	—	28,86	—

RÉSULTATS DONNÉS.

	Par la méthode nouvelle.		Par la méthode Will et Varrentrapp.	
Caséine.	15,60	% d'azote.	15,60	% d'azote.
Albumine de l'œuf.	15,30	—	15,60	—
Amygdaline.	3,01	—	3,03	—
Haricots blancs.	3,20	—	3,21	—
Froment.	1,94	—	1,96	—
Seigle	1,46	—	1,47	—
Orge.	1,33	—	1,33	—
Extrait de bière.	1,10	—	1,12	—
Levure desséchée.	10,40	—	10,60	—
Viande de bœuf.	12,49	—	12,43	—
Peptone de Witte.	13,20	—	13,20	—

Les résultats, comme on le voit, sont très satisfaisants, à l'exception cependant des alcaloïdes, et particulièrement de la quinine. Ces substances, ainsi que les dérivés du cyanogène et les oxydes d'azote, ne semblent pas pouvoir être analysées par la nouvelle méthode. Kjel-



Appareil Schlœsing, modifié par M. Aubin pour le dosage de l'ammoniaque.

dahl fait remarquer que l'acide azotique ne se comporte pas comme les autres oxydes d'azote; en effet, cette combinaison n'est pas entièrement chassée par l'ébullition avec l'acide sulfurique concentré,

même en présence de matières organiques, et il se forme toujours une certaine quantité d'ammoniaque, comme les exemples suivants le montrent :

L'expérience a été faite avec de l'azotate de strychnine, qui renferme 10,6 pour 100 d'azote total, dont les 7,05 pour 100 correspondent à l'alcaloïde; on a trouvé, en opérant comme il a été indiqué plus haut, 10,1 pour 100 d'azote, au lieu d'un peu moins de 7 pour 100. Un mélange de salpêtre avec trois ou quatre fois son poids de sucre pur a donné une quantité d'ammoniaque équivalente à 60-80 pour 100 d'azote.

Les nombreux chimistes qui ont étudié la méthode Kjeldahl sont d'accord avec l'auteur pour reconnaître sa grande exactitude pour le dosage de l'azote de la plupart des matières organiques. Les modifications qu'ils ont fait subir au procédé portent principalement sur la nature du mélange acide qui doit servir à la première oxydation, les appareils de chauffage nécessaires, et les appareils distillatoires. Souvent ils suppriment l'emploi du permanganate de potasse, inutile dans bien des cas, ainsi que Kjeldahl l'a déjà fait remarquer.

Lorsqu'on opère avec un mélange d'acide, il est préférable d'additionner l'acide sulfurique ordinaire d'anhydride phosphorique, qui donne des résultats beaucoup meilleurs que l'acide sulfurique fumant. On arrive également à abréger la durée de l'attaque à l'acide sulfurique par l'emploi de l'oxyde de cuivre ou de mercure métallique, ainsi que l'a fait remarquer Willforth. L'emploi de ces corps implique, à la fin de l'opération, leur précipitation par un sulfure alcalin ; cette opération se fait sans difficulté avec une solution de sulfure de sodium.

Alexandre von Asboth a cherché à rendre la méthode Kjeldalh applicable d'une manière générale au dosage de l'azote; il est arrivé aux résultats suivants :

Pour les substances dont tout l'azote ne se transforme pas en ammoniaque par le traitement indiqué et qui ne donnent pas d'acide azotique libre en présence de l'acide sulfurique, on arrivera aux résultats désirés en mélangeant la substance à essayer avec le double de son poids de sucre.

Le traitement suivant convient pour les nitrates et leurs mélanges avec d'autres dérivés de l'azote; on obtiendra tout l'azote en mélangeant la matière à de l'acide benzoïque dans les proportions suivantes : $0^{gr},5$ de salpêtre pour $1^{gr},7$ d'acide benzoïque.

Pour la saturation de l'acide, von Asboth conseille l'emploi d'une solution de sel de Seignette dans la soude (350 grammes de sel de Seignette et 300 de soude dissous dans un litre d'eau).

Dans les conditions qui viennent d'être indiquées, seuls les corps des groupes pyridique et quinoléique n'ont pas donné de résultats satisfaisants; il en est de même, d'après C. Arnold, pour les combinaisons azoïques et les nitrites inorganiques.

M. Joldbauer a indiqué une petite modification qui permet de doser l'azote simultanément sous les trois états. A cet effet, on traite la

matière par 20 cent. cubes d'acide sulfurique concentré, contenant $2^{cc},5$ d'acide phénylsulfurique, ou mieux encore par 30 cent. cubes d'un mélange contenant 200 grammes d'anhydride phosphorique par litre d'acide sulfurique; dès que la dissolution est faite, on ajoute peu à peu 2 à 3 grammes de zinc pulvérisé; il importe de maintenir le ballon dans un bain froid, afin d'éviter qu'il ne s'échauffe.

Après un repos d'une heure et demie à deux heures, on ajoute le mercure métallique et on continue l'opération comme il a été indiqué.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette question; la méthode subira encore certainement des modifications, quand elle sera devenue d'un emploi plus général, et nous terminerons en donnant le procédé adopté par le Comité consultatif des Stations agronomiques, tel qu'il a été indiqué par M. Müntz, professeur à l'Institut agronomique, dans son Traité d'analyse chimique appliquée aux substances agricoles [1].

« Cette méthode se recommande par la rapidité de son exécution et par la facilité avec laquelle on peut mener de front un grand nombre de dosages.

« Le principe est le suivant : transformation de l'azote organique en azote ammoniacal, au moyen de l'acide sulfurique additionné soit de sulfate de cuivre déshydraté, soit d'oxyde rouge de mercure, soit de mercure métallique, ajoutés dès le commencement. On distille ensuite le liquide avec une lessive de soude libre de toute trace de carbonate, obtenue par l'ébullition avec de la baryte hydratée. Le titrage de l'ammoniaque se fait de la manière habituelle, à l'aide d'acide sulfurique titré.

« Cette méthode n'est pas applicable dans le cas où il y a des nitrates.

« Si toutefois l'engrais renferme moins de 1 pour 100 d'azote sous forme de nitrate, on peut employer la méthode de Kjeldahl, en prenant la précaution d'ajouter à l'acide sulfurique 1 pour 100 d'huile, qui forme, avec l'acide sulfurique, de l'acide sulfureux. Ce dernier sert alors à la réduction de l'acide nitrique.

« L'attaque par l'acide se fait dans des ballons de 200 à 350 cent. cubes de capacité. On introduit la matière, soit en général $0^{gr},5$, et on ajoute $0^{gr},7$ d'oxyde de mercure, ou encore 1 ou 2 grammes de mercure métallique, ou encore un peu de sulfate de cuivre anhydre (pour les fourrages très riches en matières grasses, on met un peu de paraffine pure, afin d'empêcher le boursouflement); puis on verse sur le tout 20 cent. cubes d'acide sulfurique pur monohydraté. On commence par chauffer doucement, puis plus fort; on maintient l'ébullition jusqu'à ce que tout le liquide soit devenu tout à fait *limpide et clair;* il n'est pas nécessaire qu'il soit complètement décoloré; les ballons sont placés inclinés sur un support de toile métallique. On peut disposer l'appareil de manière à pouvoir chauffer un certain nombre de ballons à la fois. On peut placer dans le goulot de

1. *Encyclopédie chimique* de M. Frémy, t. IV.

ces ballons une petite boule de verre qui empêche, d'une part, une évaporation trop forte de l'acide, et de l'autre toute perte de matière par projection.

« Le liquide étant devenu tout à fait clair à froid, on ajoute avec précaution un peu d'eau, puis en plus ample quantité, jusqu'à ce qu'on ait mis 100 cent. cubes.

« On agite convenablement, afin de faire dissoudre complètement le sel de mercure qui a pu rester au fond et on transvase dans le ballon de distillation, en lavant à différentes reprises.

« Les ballons de distillation sont d'une contenance de près d'un litre.

« On ajoute au liquide de la lessive de soude en quantité telle, qu'elle soit en excès sur l'acide sulfurique. On a ainsi 200-250 cent. cubes de liquide final. Il convient de mettre, en outre, 3 ou 4 cent. cubes d'une substance saturée de sulfure de sodium, destinée à éliminer le mercure à l'état de sulfure et à empêcher ainsi la formation d'une combinaison difficilement décomposable entre le mercure et l'ammoniaque. Parfois on ajoute un peu de zinc pour avoir par le dégagement d'hydrogène une ébullition plus tranquille et on distille en recueillant l'ammoniaque qui se dégage dans de l'acide sulfurique titré. »

L'appareil distillatoire qui convient le mieux pour ce dosage est l'appareil de M. Schlœsing, modifié par M. Aubin (voyez la figure). Il se compose d'un serpentin ascendant en étain, relié à sa partie supérieure à un petit réfrigérant Liebig, dont le tube intérieur est également en étain. Celui-ci est adapté à un tube de verre effilé qui plonge dans la solution acide. L'emploi d'un tube métallique au lieu d'un tube en verre, comme dans l'appareil primitif de M. Schlœsing, permet de donner au réfrigérant des dimensions moins considérables.

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Absorption (Coefficients d') des gaz..... 93
Acétates. Réactions..... 118
Acétate de baryum. Densité des solutions..... 77
Acétate de calcium. Densite des solutions..... 77
Acétate de plomb. Densité des solutions..... 77
— (**Sous-**). Préparation..... 425
Acétate de potassium (Point d'ébullition de la solution saturée d')..... 83
Acétate de sodium. Densité des solutions..... 77
— (Point d'ébullition de la solution saturée d')..... 83
Acétone. Dilatation..... 13
Tension de vapeur..... 22
Acétylène. Tension de vapeur... 20
— Densité..... 51
Acides. Acidimétrie..... 256
Voyez *Acidité*.
Acide acétique. Dilatation..... 13
— Densité des solutions..... 65
— Dosage dans les vins..... 372
— — dans les vinaigres.. 379
— (Essai de l') cristallisable.. 380
— (Points de fusion de l')..... 380
— Dosage dans les bières..... 386
— anhydre. Dilatation..... 13
Acide arsénieux. Densité..... 49
— Point d'ébullition..... 81
— (Liqueur titrée d')..... 270
Acide arsénique. Densité des solutions..... 63
Acide azoteux. Densité..... 51
Voyez *Nitrites*.
Acide azotique. — Voyez *Acide nitrique*.
Acide benzoïque. Solubilité dans l'eau..... 222
Acide borique. Recherche..... 124
— Solubilité dans l'eau..... 222
Acide bromhydrique. Densité... 51
— Densité des solutions..... 63
— Réactions du gaz..... 141
— Solubilité..... 221
Acide butyrique. Dilatation..... 13
Acide carbonique. Dilatation... 14
— Tension de vapeur..... 21
— Poids du litre..... 28
— Densité..... 51
— Point d'ébullition..... 81
— Solubilité..... 93
— Réactions..... 141
— Dosage dans la bière..... 386
Voyez *Carbonates*.
Acide chlorhydrique. Dilatation. 13
— Densité..... 48
— — du gaz..... 51
— — des solutions..... 58
— Points d'ébullition..... 81
— Réactions du gaz..... 141
— Solubilité..... 222
Acide citrique. Densité des solutions..... 67
Acide cyanhydrique. Densité... 48
— Densité du gaz..... 51
— — des solutions..... 64
— Points de fusion et d'ébullition..... 81
— Réactions du gaz..... 141
Acide fluorhydrique. Densité... 51
Acide fluosilicique. Densité des solutions..... 63
Acide formique. Dilatation..... 13
— Densité des solutions..... 58
Acide hypoazotique. Densité... 48
— Densité du gaz..... 51
— Points de fusion et d'ébullition..... 81
Acide hypochloreux. Densité.... 51
Acide iodhydrique. Densité..... 51

Acide iodhydrique. Densité des solutions 63
— Reactions du gaz.. 141
— Point d'ébullition de la solution.... 81
— Solubilité dans l'eau. . . . 221
Acide iodique. Densité des solutions... . . . . 63, 64
Acide malique. Dosage dans les vins 374
Acide nitrique. Dilatation.... . 13
— Densité 48
— Densité des solutions . 56, 57
— Points de fusion et d'ébullition 81
— Dans les eaux .. 232, 234, 235
— Dosage dans les nitrates... 259
— — dans le sol... 342
— — dans les engrais... 348
Acide oxalique Densité des solutions 68
— Solubilité 222
— (Liqueur titrée d').. 256
— Dans les vins. 376
Acide periodique. Densité des solutions..... 64
Acide phosphorique. Densité des solutions. 64
— Dosage dans le sol. . . . 341
— — dans les engrais .. 343
— — dans la bière. . . . 387
— Liqueur molybdique.. . . . 341
— — d'urane 344
— — magnésienne.. . . 338
Acide propionique. Dilatation .. 13
Acide rosolique pour titrages. .. 426
Acide salicylique. Recherche dans le vin. 368
— dans le cidre.. 382
— dans la bière. 389
— dans le lait 401
Acide silicique. — Voyez *Silice*.
Acide stéarique, Dosage dans les suifs. . . . . 306 à 308
— Essai 315
Acide succinique. Solubilité 222
— Dosage dans les vins. . . 373
Acide sulfhydrique. Tension de vapeur 21
— Densité 51
— Solubilité 93
— Réactions du gaz. 141
Acide sulfureux. Dilatation . . . 14
— Tension de vapeur.... . . 21
— Densité.. 51
— Densité des solutions 57
Acide sulfureux. Solubilite . . . 93
— Points de fusion et d'ébullition 81
— Réactions du gaz.. 141
— Recherche dans les vins... 376
— — dans la bière . . 389
Acide sulfurique. Dilatation.... . 13
— Densité.. 44
— Densité des solutions.. 55, 58
— Points de fusion et d'ébullition . . . . . .
— (Liqueur titree d')... 256
— Dosage dans les eaux... . 229
— — dans le sulfate de chaux..... 342
Voyez *Sulfates*.
Acide sulfurique anhydre. Points de fusion et d'ébullition 81
— Densité des solutions sulfuriques... 61
Acide tartrique. Densité des solutions 67
— Solubilité 222
— Dosage dans les vins. 372, 376
— — dans les vinaigres . 380
— — dans les bieres.. . 390
— (Racémique). Solubilité ... 222
Acidimétrie. 256
Acidité du vin 372
— du vinaigre.. 379
— du cidre.... 382
— de la bière 386
Acier. Dilatation 11
— Densité.. 48
— Point de fusion.... 82
Air. Dilatation.... 14
— Poids du litre.... 28
— Poids de l'air humide.. . . 50
— Densité.. 51
— Solubilité... . . . . 93, 220
Albumine. Densité des solutions. 79
— Dosage dans les fourrages.. 350
— — dans la bière..... 385
— — dans le lait. 398
— Recherche dans l'urine. . 404
Alcalimétrie 267
Alcaloïdes naturels. Propriétés.. 216
Alcool. Dilatation. 13
— Tension de vapeur.. 22
— Densité de l'alcool dilué. 36, 52
— (Mouillage de l') 55
— Hydromètre de Sikes.... . 53
— Densité des mélanges d'alcool et d'éther. 55
— Tables de corrections. 360 à 362

Alcool. Conversion des centièmes en volume et en poids... 363
— Point d'ébullition de l'alcool dilué..... 363
— Dosage dans les vins..... 366
— Addition d'alcool au vin .. 374
— (Vinaigre d')..... 380
— Dosage dans les cidres. .. 382
— — dans les bières.... 384
Alcool amylique. Dilatation. .. 13
Alcool benzylique. Dilatation. . 13
Alcool méthylique. Dilatation... 13
— Tension de vapeur... ... 22
— Densité de l'alcool méthylique dilué. 57
Alcoomètre de Gay-Lussac.. 38, 52
— de Tralles 54
Aldéhyde. Dilatation. 13
Alliages. Points de fusion... 81, 82
— d'étain et de plomb..... 249
— Composition des principaux alliages..... 250
— fusibles pour machines à vapeur..... 253
— pour soudures 253
— monétaires 253
Alumine. Densité..... 48
— Dosage dans les verres.... 277
— — dans les argiles.. . 282
— — dans les ciments... 285
— — dans les sols. 341
— — dans les vins,..... 376
Aluminium. Dilatation... 11
— Densité.. 48
— Point de fusion. 82
— (Réactions des sels d')..... 100
Alun ammoniacal. Densité..... 45
— Densité des solutions..... 64
— Solubilité..... 222, 223
— Recherche dans le vin..... 376
Alun potassique. Densité..... 49
— Densité des solutions.... . 68
— Solubilité..... 223
— Recherche dans le vin. ... 376
— — dans la bière.. 390
Alun de chrome. Densité des solutions. 71
Amidon. Richesse des pommes de terre en amidon. 331
— Dosage dans les fourrages 350
— Réactif. 425, 426
— ioduré. Réactif.. 271
Ammoniaque. Tension de vapeur. 21
— Densité..... ... 51
— — des solutions.. . . 66
— Points de fusion et d'ébullit. 82
Ammoniaque. Solubilité. 93
— (Réactions des sels d') 102
— Réactions du gaz... 141
— Dosage dans l'eau..... .. 232
— — de l'ammoniaque albuminoïde..... . 233
— — dans le sol. 342
— — dans les engrais .. 347
— Réactif de Nessler 343
Analyse pyrognostique.. 128 à 132
— **spectrale** ..... 133 à 140
— **des gaz** 141, 142
— **quantitative**, facteurs. 143 à 150
— **biologique**, facteurs 148
— **organique**, calcul..... 149
— **indirecte** 150
Aniline. Dilatation. 13
— Point d'ébullition..... 410
Anthracite. Densité. 50
Antimoine. Densité..... 48
— Point de fusion. 82
— (Réactions des sels d')..... 101
Ardoise. Densité 50
Aréomètres Baumé . . 36, 37, 39
— **Brix**..... 39
— **Beck** 36, 39
— **Balling** 39
— **Fleischer**.. 40
— **Twaddle** 40
— Pèse-esprits. Baumé... 38, 39
— — Cartier... .. 38
— Degrés Baumé que doivent marquer les solutions pour donner de beaux cristaux. 79
Argent (Réactions des sels d') . . 101
— Dilatation.. 11
— Densité 48
— Point de fusion. 84
— (Analyse des alliages monétaires d'). 244 à 246. .. 249
— Alliages d'argent légaux .. 253
— (Liqueur titrée d').. 261
— (Analyse des bains d'). . 408
— (Traitement des résidus d'). 409
Argiles. Densité..... 50
— Classification..... 283
— Composition. 283
— Analyse. 284
— Dosage dans le sol.. . .. 340
Arséniate de sodium. Densité des solutions. 77
Arsenic. Densité. 48
— Points de fusion et d'ébullition..... 82
— (Réactions des composés d') 102
— Recherche dans les bougies. 315

Asphalte. Densité 50
Assolements.....356 à 359
Azotates. — Voyez *Nitrates.*
Azotites. — Voyez *Nitrites.*
Azote. Dosage dans les corps organiques 149
— Dilatation 14
— Densité 51
— Solubilité 93
— Réactions du gaz 141
— (Richesse du fumier en)... 334
— Dosage dans les engrais .. 346
— — dans les fourrages. 350
— (Réactions des composés de l') 102
— (**Bioxyde d'**). Liquéfaction. 19
— — Densité ... 51
— — Solubilité . 93
— — Réactions du gaz 141
— (**Protoxyde d'**). Dilatation 14
— — Tension de vapeur. .. 21
— — Densité .. 51
— — Point d'ébullition..... 82
— — Solubilité . 93
— — Réactions du gaz 141

B

Bactéries. Recherche dans l'eau potable 236
Baromètre. Formule 14
— Corrections.. . . .15 à 17
— Relation avec l'altitude . 18
Baryte. Densité 48
— Solubilité. 223
Baryum (Réactions des sels de) . 103
Basalte. Densité. 50
Benzine. Dilatation 13
— Tension de vapeur 22
— Point d'ébullition et fractionnement 410
Benzoates. Réactions.. 119
— d'éthyle. Voyez *Ether benzoïque.*
Benzophénone. Tensions de vapeur..... 20
Berberis. Réactions de l'extrait.. 412
Betteraves. Analyse..... 351
— Composition 352
— Richesse des jus en sucre . 354
— Analyse optique des jus .. 327
Beurre. Densité..... 50
Beurre. Analyse..... ....302 à 305
— Dans le lait.....397 à 404
Bière .....383 à 390
Bismuth. Densité 48
— Point de fusion..... 82
— (Réactions des sels de) ... 103
Blanc de baleine. Densité 50
Bleu d'aniline CLB. Réactif. ... 427
Bois. Composition 288
— Pouvoir calorifique 289
— Densité. 294
— (Pouvoir absorbant du charbon de) pour les gaz... 297
— de sapin. Dilatation..... 11
Bois jaune. Réactions 412
Bois rouge. Réactions..... 411
— Recherche dans le vin, 379, 378
— Papier réactif et teinture.. 426
Borates. Réactions 104
Borax. Densité 49
— Solubilité 223
— (Essais au) 122
— Recherche dans le vin..... 376
— — dans la bière . . 389
— — dans le lait..... 401
— — dans le beurre . 305
Bore. Densité 48
Bouchons pour chlore 425
Bougies. Analyse.. 315
Bromates. Réactions..... 104
— de potassium. Solubilité... 223
— de sodium. Solubilité..... 223
Brome. Dilatation 13
— Densité. 48
— — de vapeur..... 51
— — de la solution 57
— Points de fusion et d'ébullition 82
— Solubilité 93
— Dosage dans les mélanges de chlorures..... 150
Bromures. Réactions..... 108
— Équivalent photographique. 407
— **d'argent.** Densité 49
— **de baryum.** Densité des solutions 69
— **de cadmium.** Densité des solutions 70
— **de calcium.** Densité des solutions..... 69
— — Solubilité..... 223
— **d'éthyle.** Dilatation..... 14
— — Tension de vapeur 22
— **d'éthylène.** Dilatation..... 13
— — Tension de vapeur..... 22

Bromures de lithium. Densité des solutions..... 71
— **de magnésium.** Densité des solutions..... 70
— **de phosphore (Tri-).**
— — Dilatation... 13
— — Point d'ébullition.. .. 82
— **de potassium.** Densité. ... 49
— — Densité des solutions.. 71
— — Solubilité .. 223
— **de silicium.** Point d'ébullition 85
— **de sodium.** Densité des solutions.... 71
— — Solubilité 223
— **de strontium.** Densité des solutions.. 69
— **de zinc.** Densité des solutions..... 70
Bronze. Dilatation. 11
— Point de fusion 82
— Composition..... 251

C

Cachou. Réactions..... 412
— Richesse en tannin... 391
Cadmium. Densité..... 48
— Points de fusion et d'ébullition..... 82
— (Réactions des sels de).... 104
Calcaires. Densité 50
— Composition des calcaires à chaux. 336
— Analyse. 336
— Composition des sols calcaires 339, 338
— Dosage du calcaire dans le sol... 340
Calcium. — Voyez *Chaux*.
Calculs urinaires 406
Caoutchouc. Densité 50
Carbonates. Réactions.. 119
— Dosage 267
— **de baryum.** Densité 49
— **de calcium.** Densité 49
— **de plomb.** Densité..... 49
— **de potassium.** Densité..... 49
— — Densité des solutions. 69
— — Solubilité .. 223
— — Essai..... 265
— — Analyse 266
Carbonate de potass. Table de conversion... 267
— — Point d'ébullition de la solution saturée .. 83
— — (**Bi-**). Solubilité..... 223
— **de sodium.** Densité. 49
— — Densite des solutions.. ... 68
— — Solubilité..... 223
— — (Essai du). ... 266
— — (Essai du) brut. 263
— — Table de conversion..... 268
— — Dosage dans les salins de potasse.. 269
— — Point d'ébullition de la solution saturée 83
— — (**Bi-**). Solubilité 223
Carbone. Densité 48
Carthame. Réactions 411
Cendres. (Composition des) de végétaux. 355
Charbon de bois. Densité..... 48
— **de sapin.** Dilatation..... 11
Chaux. Densité..... 48
— (Densité des laits de)..... 67
— (Réaction des sels de)..... 105
— (Dosage des sels de) dans les eaux..... 228
— Classification..... 282
— Composition. 318
— Chaux hydrauliques..... 286
— (Acide sulfurique nécessaire pour saturer la)..... 308
— (Solubilité de la) dans les solutions sucrées..... 317
— Dosage dans le sol..... 341
— — dans le sulfate de chaux..... 343
— — dans les argiles... 283
— — dans les verres.... 277
Chlorates. Réactions..... 105
— **de baryum.** Solubilité 223
— **de potassium.** Densité.... 49
— — Densité des solutions. 68
— — Solubilité.. 223
— — Mélanges explosifs. 298
— **de sodium.** Densité des solutions..... 70

Chlorate de sodium. Solubilité... 223
Chlore. Densité.....
Chlore (Réactions des composés du) 105
— Réactions du gaz..... 141
— Dosage dans les mélanges de bromures..... 150
— Solubilité dans l'eau..... 222
— Dosage volumétrique dans les décolorants. 270 à 272
— — dans les plantes fourragères.. ... 356
— — dans le vin..... 376
Chloroforme. Dilatation..... 13
Tension de vapeur..... 22
Chlorures. Réactions..... 105
— Dosage dans l'eau, 231, 234, 235
— — volumétrique..... 261
— (Essai des) par le procédé Weldon..... 275
Chlorure d'aluminium. Densité des solutions..... 73
Chlorure d'ammonium. Densité. 49
— Densité des solutions..... 68
— Point d'ébullition de la solution saturée..... 83
— Solubilité..... 223
Chlorure d'amyle. Dilatation.... 13
Chlorure antimonieux. Points de fusion et d'ébullition... 82
Chlorure d'argent. Densité..... 49
— Point de fusion..... 82
Chlorure d'arsenic. Point d'ébullition..... 82
Chlorure de baryum. Densité.... 49
— Densité des solutions..... 73
— Point d'ébullition de sa solution saturée..... 83
— Solubilité..... 223
— Liqueur titrée..... 264
— Liqueur titrée pour les vins..... 367
— — pour l'hydrotimétrie..... 228
Chlorure de bore. Densité de vapeur..... 51
— Réactions du gaz..... 141
Chlorure de cadmium. Densité des solutions..... 71
— Solubilité..... 223
Chlorure de calcium. Densité... 49
— Densité des solutions..... 73
— Point d'ébullition de la solution saturée..... 117
— Solubilité..... 223
Chlorure de carbone (Tétra-). Dilatation..... 13
Chlorure de carbone (Tétra-)
— Tension de vapeur..... 22
— (**Bi-**). Dilatation..... 13
Chlorure de chaux. Essai..... 271
— Conversion des degrés chlorométriques 272
Chlorure de cobalt. Densité des solutions..... 73
Chlorure de cuivre. Densité des solutions..... 73
Chlorure de cyanogène. Tension de vapeur..... 22
— Densité du gaz..... 51
— Points de fusion et d'ébullition 82
— Réactions du gaz..... 141
Chlorure d'étain (Proto-). Densité des solutions..... 73
— — Point de fusion.... 82
— — (**Bi-**). Dilatation ... 13
— — Densité des solutions 74
— — Point d'ébullition.. 82
Chlorure d'éthyle. Tension de vapeur..... 22
— Densité de vapeur..... 51
Chlorure d'éthylène. Dilatation. 13
— **d'éthylidène.** Dilatation. 13
Chlorure de fer (Sesqui-). Densité des solutions..... 73
Chlorure d'iode. Points de fusion et d'ébullition..... 82
Chlorure de lithium. Densité des solutions..... 71
Chlorure de magnésium. Densité des solutions..... 7
— Solubilité dans l'alcool.... 226
Chlorure de mercure (Bi-). Densité..... 49
— Points de fusion et d'ébullition..... 83
— Solubilité dans l'eau..... 223
— — dans l'alcool.... 226
— (**Proto-**). Densité. 49
Chlorure de méthyle. Tension de vapeur..... 21
— Densité..... 51
— Réaction du gaz..... 141
Chlorure de nickel. Densité des solutions 73
Chlorure de phosphore (Tri-). Dilatation..... 14
— — Tension de vapeur.. 22
— — Point d'ébullition.. 82
— (**Penta-**). Points de fusion et d'ébulition 82
— (**Oxy-**). Point d'ébullition.. 82

Chlorure de platine. Densité des solutions..... 75
Chlorure de potassium. Densité. 49
Chlorure de potassium. Densité des solutions 69
— Point d'ébullition de la solution saturée..... 83
— Solubilité dans l'eau..... 223
— — dans l'alcool... .. 226
— Facteur d'analyse 133, 376
Chlorure de silicium. Point d'ébullition..... 82
Chlorure de sodium. Densité.... 49
— Dilatation de la solution saturée..... 14
— Point d'ébullition..... 83
— Densité des solutions..... 69
— Solubilité..... 234
— — dans les eaux..... 234
— Essai 260
— Facteur d'analyse.... 150, 376
— Dans le vin..... 376
— Dans la bière 387
Chlorure de soufre. Point d'ébullition..... 82
Chlorure de strontium. Densité des solutions 73
— Solubilité dans l'eau..... 224
— — dans l'alcool..... 226
Chlorure de zinc. Densité des solutions..... 71
— Points de fusion et d'ébullition 82
Chromate de plomb. Réactions.. 416
Chromate de potassium. Densité. 49
— Densité des solutions..... 75
— Solubilité 224
— (**Bi-**). Densité 49
— — Densité des solutions 69
— — Solubilité 224
— — Liqueur titrée.. 257, 264
Chrome. Réactions de ses composés 106
— (**Oxyde de**). Densité..... 49
— (**Alun de**). Densité 49
Cidre. Analyse, composition, falsifications..... 381
Ciments. Analyse..... 285
— Composition..... 286
Cire. Densité..... 50
— Essai 308
— Densité de la cire mélangée de suif ou de paraffine.. 311
Citrates. Réactions..... 119
Cobalt. Réactions de ses composés..... 106
— Dosage électrolytique..... 244
Cobalt (Oxyde de). Densité..... 48
Cochenille. Réactions 411
— Recherche dans le vin. 370, 378
Cochenille. Recherche dans le cidre 382
— (Teinture de)..... 426
Coke. Densité..... 50
— Essai 289
— Données calorifiques..... 288
Colles diverses. Recettes..... 424
Combustibles. Composition, essai. 288
Corrections de température pour les colonnes de mercure. 16
Couleurs végétales 411
— minérales 413
— dans le beurre 305
— dans le vin 369, 377
— dans le cidre 382
— dans la bière 389
Cuivre. Réactions 107, 122, 131
— Dilatation..... 11
— Densité 48
— Point de fusion..... 82
— Densité de l'oxyde..... 48
— Essai..... 240
— Dosage dans les pyrites... 239
— — dans les bières..... 390
Voyez *Laiton*, *Alliages*.
Curcuma. Réactions..... 412
— Dans le beurre..... 305
— (Papier de)..... 425
Cyanogène. Dilatation..... 14
— Tension de vapeur..... 21
— Densité 51
— Réactions du gaz..... 141
Cyanures. Réactions..... 119

D

Densités. Détermination de la densité des solides 23
— — des liquides.. 24
— — des vapeurs.. 25
— — des gaz..... 27
— des solutions..... 40, 52 à 79
— des substances inorganiques 48
— de diverses substances..... 50
— des gaz 51
— de l'eau 47
— des corps organiques. 186 à 210
Dextrine. Dosage dans la bière.. 385
— Recherche dans le vin..... 375
— — dans le vinaigre 380
— — dans les cidres.. 382
— — dans les sucres. 329

...

Dilatation linéaire des solides ... 11
— cubique du mercure..... 12
— — du verre..... 12, 29
— des liquides..... 13
— des gaz..... 14
— du cristal et du laiton (multiples)..... 15
— Valeurs de $1 + \alpha t$..... 29
— Valeurs de log α 34
Dynamite..... 298

E

Eau. Densité..... 47
— Tension de vapeur..... 19
— (Transformation des colonnes d') en colonnes de mercure..... 33
— (Volume de l') à diverses températures..... 47
— (Capacité des vases de verre jaugés à l')..... 28
— Densité de la vapeur d'eau. 51
— Densité de l'eau de mer. . 48
— Points de fusion et d'ébullition de l'eau de mer... 82
— Essai et analyse de l'eau potable. ..... 228 à 235
— (Examen bactériologique de l')..... 236
Eau de Javel. Densité et dilution..... 58
Ébullition (Point d') des corps minéraux..... 81
— — des solutions saturées..... 83
— — des corps organiques ...186 à 210
Échantillons.
— (Prise d') des eaux.. 253
— — des minerais. . 237
— — des produits chimiques.. 255
Électrolyse. (Dosages par) . .. 243
Émétique. Densité des solutions. 69
— Solubilité 224
Encres. Recettes diverses 424
Engrais Composition ..... 332 à 335
— Valeur..... 333
— Analyse..... 335, 343, 349
Équivalents des corps simples... 94
Essences végétales. Densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire... 88, 91, 92
Essences minérales.— Voyez *Pétroles.*
Essence de térébenthine. Dilatation..... 14
— Tension de vapeur..... 22
— (Propriétés de l') et de ses dérivés..... 204
— Indice de refraction..... 84
— Pouvoir rotatoire 88
Étain Dilatation..... 11
— Densité 48
— Point de fusion. 82
— (Réaction des sels d')..... .... 107, 122, 131
— (Alliages d') et de plomb... 249
— (Alliages d')..... 250
Éthane. (hydrure d'éthyle) Densité..... 51
— Solubilité 93
— Caractères eudiométriques. 142
Éther sulfurique (oxyde d'éthyle). Dilatation. 14
— Tension de vapeur 22
— (Densité des mélanges d'alcool et d') 55
— (Caractères eudiométriques de la vapeur d')..... ... 142
Éther acétique. Dilatation..... 14
— **benzoïque** — 14
— **carbonique.** — 14
— **oxalique** — 14
Éthylène. Densité 51
— Solubilité. 93
— Caractères eudiométriques. 142
Eudiométrie 41, 142
Excréments. Composition 333
Explosives (Matières). 297
Extrait. Dosage dans l'eau..... 231
— — dans le vin à l'œnobaromètre 366
— — dans le vin par pesée 369
— — dans le vinaigre 379
— — dans le cidre... 382
— — dans la bière... 384
— — dans le lait ... 397
— Relation entre l'extrait et la densité du lait..... 402

F

Faïences.....281, 282
Farine de froment. Densité..... 50
Fer (Réaction des sels de),..... 108

Fer. Dilatation..... 11
— Densité..... 48
— Point de fusion..... 82
— Essais..... 238
— **(Oxyde de).** Densité..... 48
Ferricyanure. Réactions..... 120
Ferricyanure de potassium. Densité des solutions 71
Ferrocyanures. Réactions..... 120
Ferrocyanure de potassium. Densité des solutions..... 75
— Densité..... 49
Fibres textiles. Caractères..... 393
— Conditionnement..... 394
Fluorures. Réactions..... 109
— **de bore.** Densité..... 51
— — Réactions analytiques 141
— **de calcium.** Dilatation..... 11
— **de silicium.** Densité..... 51
— — Réactions analytiques..... 141
Fontes de fer. Dilatation..... 11
— Densité..... 48
— Point de fusion..... 82
Formiates Réactions..... 120
Fourrages. Analyse..... 349
— Composition..... 354
— (Dosage du chlore dans les) 356
Fours. Degrés de chaleur..... 287
Fuchsine. (Papier réactif à la)... 426
Fumier. Composition..... 334
Fusion (Point de) des composés mineraux..... 81
— — organiques. 186 à 219
Fustet. Réactions..... 412

G

Garance. Réactions..... 411
Gaude. Réactions..... 412
Gaz. Températures critiques.... 20
— Formule pour calculer le volume..... 41
— Réduction des volumes gazeux..... 41
— Correction de la pression . 42
— — de la température 42
— — de l'humidité... 50
— Densité..... 51
— Solubilité 93
— Analyse..... 141
Gaz. (Analyse des) des générateurs 291
— (Rendement de la houille en) 291
— (Détermination du pouvoir éclairant du)..... 294
— Analyse du mélange Laming 294
Glace. Dilatation..... 11
— Densité..... 48
Glu marine..... 424
Glucose. Densité des solutions... 317
— Dosage à la liqueur de Fehling..... 319 à 323
— Dosage dans les urines.... 324
— — polarimétrique. 329
— — dans le vin... 370
— (Recherche du) dans le vin commercial.. 371, 375
— (Vinaigre de)..... 380
— Recherche dans le cidre. 382
— — dans la bière..... 387
Glycérine. Densité des solutions. 68
— Dosage dans les savons... 300
— Recherche dans les bougies 315
— Dosage dans les vins..... 373
— — dans les bières.... 386
Goudron. Composition..... 291
— Distillation 292
Graines. Poids moyen..... 355
— (Composition des) de céréales.. 355
— de légumineuses 358
Graine d'Avignon. Réactions.... 412
Granit. Dilatation 11
— Densité..... 50
Grasse (Matière). Dosage dans les fourrages..... .. 350
Voyez *Huiles*, *Beurre*, *Suifs*, etc.
Grès. Densité..... 50
Guano. Composition 334
Gypse. Dilatation..... 11
— Densité 50
Voyez *Sulfate de calcium.*

H

Houille. Densité..... 50
— Essai..... 289
— Donnés calorimques et composition..... 288
— Rendement en gaz et goudron..... 291

Huiles. Dilatation..... 14
— Essais et caractères...309 à 314
— **minérales.** Densité et point d'inflammation. 294
— — Point d'ébullition 295
— — Essai..... 295
— — de graissage.... 296
— **de houille** (Rendement du goudron en)..... 291
Hydrogène. Liquéfaction..... 21
— Dilatation. 14
— Densité 51
— Solubilité.. 93
— Caractères eudiométriques. 142
Hydrogène arsénié. Densité.... 51
Hydrogène phosphoré. Densité.. 51
— — Réactions. 141
Hydrotimétrie..... 228, 235
— (Calcul des données de l').. 250
Hydrures de méthyle, d'éthyle. Voyez *Méthane*, *Éthane*, etc.
Hyposulfite de sodium. Densité des solutions..... 71
— Solubilité..... 224
— Liqueur titrée..... 257

I

Indices de réfraction..... 83
Indigo. Réactions..... 412
— (Solution d'), réactif..... 425
Iodate de potassium. Solubilité. 224
— (Papier reactif à l')..... 425
— **de sodium.** Solubilité..... 224
Iode. Densité..... 48
— Densité de vapeur..... 51
— Points de fusion et d'ébullition..... 82
— Réactions des composés.... 109
— Dosage dans les matières organiques..... 150
— Liqueur titrée..... 258
— Équivalence photographique 407
Iodure d'argent. Densité..... 49
— **de baryum.** Densité des solutions..... 70
— **de cadmium.** Densité des solutions.... 70
— — Solubilité..... 224
— **de calcium.** Densité des solutions..... 70
Iodure de calcium. Solubilité.... 224
— **d'éthyle.** Dilatation..... 14
— — Tension de vapeur..... 22
— **de lithium.** Densité des solutions..... 71
— **de magnésium.** Densité des solutions..... 70
— **de méthyle.** Dilatation.... 14
— **de plomb.** Densité..... 49
— **de potassium.** Densité.... 49
— — Densité des solutions. 71
— — Solubilité..... 224
— —(Papier réactif à l')... 426
— **de sodium.** Densité des solutions..... 71
— — Solubilité..... 224
— **de strontium.** Densité des solutions..... 70
— **de zinc.** Densité des solutions..... 70
Iridium. Densité..... 48
Ivoire. Densité..... 50

J

Jaune de chrome. — Voyez *Chromate de plomb*.
Jaune de Naples, de Cassel. Réactions..... 415
Jayet. Densité..... 50

K

Kaolin. Composition..... 284

L

Lactose. Dosage au Fehling. 319, 322
— — au polarimètre.. 329
— — dans le lait.. 398, 499
Lait. Composition..... 395
— Essai au lactodensimètre... 396
— Correction du lactodensimètre..... 397
— Analyse..... 397

Lait. (Dosage du beurre dans le). 398
— (Dosage de la lactose dans le)..... 399
— Falsifications 400
— (Méthode d'analyse du) d'après Adam..... 401
— — d'après Quesneville 402
Laiton. Dilatation..... 11
— (Multiples du coefficient de) 15
— (Correction des baromètres gradués sur)..... 16
— Point de fusion..... 82
— Composition 251
Liqueur magnésienne pour les phosphates..... 338
— **citromagnésienne** 344
— **molybdique** 354
— **de Nessler**..... 343
— **de Loewe** 404
— **d'Yvon**..... 405
Liqueurs titrées en général..... 255
— acide et alcaline 256
— oxydantes et réductrices... 257
— hydrotimétrique 229
— pour l'ammoniaque des eaux. 231
— pour la matière organique des eaux..... 230, 235
— pour les nitrites..... 231
— pour le fer..... 238
— pour le cuivre..... 240
— pour le zinc..... 241
— pour les essais d'argent... 246
— pour les nitrates..... 280
— pour les chlorures..... 261
— pour les sulfures..... 258, 264
— pour les sulfates..... 264
— pour les potasses et soudes. 265
— pour les hypochlorites..... 270
— de Fehling ..... 319 à 322
— pour les phosphates..... 344
— pour la potasse.. 346
— pour les sulfates du vin.... 357
— acétimétrique de Réveil.... 379
— pour les tannins 390
— de Poggiale pour la lactose. 398
— (indicateurs pour les)..... 426
Lithium. Densité 48
— Point de fusion 82
— (Réactions des sels de).... 109
Luts..... 424

M

Magnésie. Dosage dans les eaux. 229
Magnésie. Dosage dans les verres. 277
— — dans les argiles. 284
— — dans le sol.... 341
Magnésium. Densité..... 48
— Point de fusion.. 82
— (Réactions des sels de).... 110
Malates. Réactions 120
Manganates. Réactions 111
Manganèse. (Densité des oxydes de) 48
— (Réactions des composés de)..... 110
— (Essai du bioxyde de). 272 à 275
— Dosage dans les verres ... 277
Marbre. Dilatation..... 11
— Densité 50
Marne..... 339
Mastics divers..... 424
Matières organiques. Analyse par combustion..... 149
— Dosage dans l'eau..... 231
Mélange Laming. Dosage du soufre 293
Mélanges réfrigérants 80, 81
Mercure. Dilatation..... 12
— Tension de vapeur 18
— Densité 48
— Densité de vapeur..... 51
— (Capacité des vases de verre jaugés au) 28
— Points de fusion et d'ébullition 82
— (Réactions des sels de) 111
— Essais des minerais 243
— (Densité de l'oxyde de).... 49
Mesures. Conversion des mesures anciennes et étrangères..... 1, 2, 4
Méthane. Densité..... 51
— Réactions..... 142
— Solubilité 93
Méthyle. — Voyez *Oxyde*, *Iodure de méthyle*, etc.
Miel. Densité..... 50
Minerais. Prise d'échantillon.... 237
Voyez à chacun des métaux.
Minium. Densité..... 48
— Réactions..... 413
Molybdène. (Réaction des composés de)..... 112

N

Naphtaline. Dilatation..... 14

Naphtaline. Tension de vapeur.. 20
Nickel. Densité 48
— (Réactions des sels de).... 112
— (Dosage du) par électrolyse. 244
Nitrates. Réactions..... 103
— Dosage..... 260, 348
— — dans l'eau 232
Nitrate d'ammonium. Point d'ébullition de la solution saturée 82
— Densité des solutions..... 72
Nitrate d'argent. Densité..... 49
— Densité des solutions 74
— Point de fusion..... 82
— Solubilité 224
— (Liqueur titrée de)... 261, 264
— (Essai des bains de) 408
— Equivalence photographique. 42
Nitrate de baryum. Densité..... 49
— Densité des solutions..... 75
— Solubilité.. 224
Nitrate de cadmium. Densité des solutions.. 72
Nitrate de calcium. Densité des solutions.. 72
— Point d'ébullition de la solution saturée 83
Nitrate de cobalt. Densité des solutions. 72
Nitrate de cuivre. Densité des solutions.. 72
Nitrate de fer (Sesqui-). Densité des solutions 72
Nitrate de magnésium. Densité des solutions..... 75
Nitrate de plomb. Densité des solutions. 75
— Solubilité 224
Nitrate de potassium. Densité . 50
— Densité des solutions..... 68
— Solubilité 224
— — dans l'acide nitrique 227
— Essai 259
— Point d'ébullition de la solution saturée 83
Nitrate de sodium. Densité 50
— Densité des solutions 71
— Solubilité.. 224
— Solubilité dans l'acide nitrique..... 227
— Essai 259
Nitrate de strontium. Densité.. 50
— Densité des solutions..... 75
— Solubilité..... 259
Nitrate de zinc. Densité des solutions 72
Nitrites. Reactions 103
— Dosage..... 260
— Dosage dans l'eau. 233
Nitrobenzine. Dilatation 14
Nitroprussiate de sodium (Papier au)..... 426
Noix de galle. Richesse en tannin. 391
— (Papier à la) 426

O

Or. Dilatation..... 11
— Densité 48
— Point de fusion 83
— (Réactions des sels d') 112
— Essais ..... 248 à 249
— (Équivalence photographique des sels d'). 406
— (Alliages légaux et monnaies d') 254
Orangé de méthylaniline. Réactif 426
Orseille. Recherche dans le vin. 369, 378
— Réactions 411
Os. Densité des os de bœuf 50
Outremer. Réactions..... 414
Oxalates. Réactions.. 120
— **d'ammonium.** Densité. .. 48
— **de potassium.** Densité des solutions 75
— — (**Bi-**).. ... 69
— — Densité .. 49
— — Solubilité . 224
Oxychlorure de carbone. Densité. 51
Oxyde de carbone. Dilatation.... 14
— Densité 51
— Solubilité..... 93
— Caractères eudiométriques 142
Oxyde de méthyle. Tension de vapeur..... 21
— Réactions..... 141
Oxygène. Liquéfaction..... 21
— Densité..... 51
— Solubilité..... 93
— Réactions..... 141
— Dosage dans l'eau..... 233
— — dans les gaz des générateurs 291

P

Papiers. Essai..... 395
Papiers réactifs à l'iodure de potassium..... 425
— — au sulfure de zinc. 241
— — au carbonate de plomb 241, 242
Pectiques (Matières). Dosage dans les fourrages..... 351
Permanganate de potassium. Liqueur titrée..... 231, 238
Pesées. Réduction au vide..... 23
Pétroles. — Voyez *Huiles minérales*.
Phénacétoline. Réactif..... 427
Phénol. Dilatation..... 14
Phtaléine du phénol. Réactif.... 426
Phosphates. Réactions 113
— Recherche pyrognostique.. 132
— — dans l'eau..... 232
— Essai..... 343
— Dosage dans les vins..... 370
— — dans les bières.... 387
Phosphate d'ammonium. Densité..... 49
Phosphate de calcium. Densité. 49
— (Composition du) naturel . 311
Phosphate de sodium. Densité.. 50
— Densité des solutions..... 77
— Point d'ébullition de la solution saturée..... 83
— Solubilité 224
— (**Tri**-). Densité des solutions. 77
— (**Pyro**-). Solubilité 224
Phosphore. Densité 48
— Points de fusion et d'ébullition 83
— (Réactions des composés de) 113
— Dosage dans les matières organiques. 150
Photographie. Équivalence des sels..... 406
— Règles pour le temps de pose 407
— Table de Dorval 408
— Analyse des bains d'argent 408
— Traitement des résidus d'argent 409
Pierre à bâtir. Densité..... 50
Pierre ponce. Densité 50
— (Bouchons en)..... 425
Platine. Dilatation..... 11
— Densité 48
— (Réactions des composés de) 114
Plâtrage des vins..... 367
— Cendres de vins plâtrés.... 365
— Déplâtrage..... 376
Plâtre. — Voyez *Sulfate de calcium*, *Gypse*.
Plomb. Dilatation..... 11
— Densité 48
— Points de fusion et d'ébullition..... 83
— (Réactions des sels de)..... 114
— Essai pyrognostique.. 129
— (Essai des minerais de).. 242
— (**Oxydes de**). Densité..... 48
Poids atomiques adoptés généralement. 94
— Nouvelles déterminations.. 96
— Table de Mendéléeff.. 99
Poids moléculaires des composés minéraux..... 151
— — des composés organiques..... 186
Poix-résine. Densité..... 50
Porcelaine. Densité..... 49
— Composition..... 278
Porphyre. Densité. 50
Potasse. Densité..... 48
— — des solutions.. 66
— Dosage dans le sol 341
— — dans les engrais... 345
— — dans le sulfocarbonate 349
— volumétrique..... 345
Voyez *Carbonate de potassium*.
Potassium. Densité 48
— Points de fusion et d'ébullition 83
— (Réactions des sels de)... 115
Poteries. Classification..... 278
— Grès cérames 280
— Faïences..... 281
— Poteries vernissées..... 281
— (Argiles employées à faire les)..... 282
— (Essai des) vernissées 285
Poudres. Densité 50
— Composition..... 297
— Données diverses..... 29
Poudrette. Composition..... 332
Pouvoirs rotatoires. Formules.. 84
— des corps solides..... 85
— des corps dissous, pour D. 86
— — anciens. 91
Propriétés des corps inorganiques. 151
— des minéraux 168

Propriétés des composés de la série grasse 186
— — du térébenthène. 204
— — de la série aromatique..... 205
— Sels organiques 210
— Amines et amides... 214
— Alcaloïdes. 216
— Sels des alcaloïdes 217
— Sucres..... 218
— Dérivés biologiques..... 219
— Usage de ces tables..... 220
Pyrites. Essai... 238
— (Gaz des fours à) 259
— grillées (Essai des)..... 239
Pyroscopes..... 287

Q

Quercitron. Réactions..... 411

R

Racines comestibles. Composition..... 357
Réactif de Millon..... 425
— de Péligot..... 394
Rocou. Recherche dans le beurre 305
— Réactions..... 412
Ruthénium. Densité..... 48

S

Salpêtre. — Voyez *Nitrate de potassium.*
Savon. Essai 299
— Composition..... 301
Schiste. Densité..... 50
— (Huile de).— Voyez *Huiles minérales*.
Sélénium. Densité 48
Sel marin. — Voyez *Chlorure de sodium.*
Silice. Densité..... 48
Silicium. Densité 48
— (Réactions des composés du) 115
Sirops. (Preuve des) 317
— (Richesse en sucre des)..... 318
Sodium. Densité..... 48
— Point de fusion..... 83
— (Réactions des sels de)..... 11
Soie. — Voyez *Fibres textiles* ..... 392 à 394
Solubilités de divers composés ..... 220 a 227
Voyez *Propriétés des corps.*
Soude. Densité 50
— Densité des solutions 66
Voyez *Carbonate de soude.*
Soufre Tension de vapeur.. 20
— Densité..... 48
— Points de fusion et d'ébullition 83
— (Réaction des composés du) 115
— Dosage dans les matières organiques..... 150
— Solubilité dans divers dissolvants..... 221
— Densité des solutions de soufre dans le sulfure de carbone 258
— Analyse du soufre brut ... 258
— Dosage dans les sulfures solubles... 258, 264
— — dans les pyrites. .. 238
— — dans les combustibles 290
Soufre. Dosage dans le mélange Laming 293
Strontiane. Solubilité 219
— (Réactions des sels de) ... 116
Succinates. (Réactions des)..... 121
Sucre. Propriétés. 218
— Solubilité du sucre dans l'eau et dans l'alcool. . 227
— Densité des solutions.. 78, 317
— Solubilité de la chaux dans les solutions de sucre .. 317
— Dosage du sucre 319
— Méthode pondérale de Soxhlet..... 323
— Table de Clerget..... 324
— Table de Frèze..... 327
— Analyse optique 328
— — officielle.. 330
— Dosage dans le fourrage. . 350
— Analyse des betteraves à sucre 327, 351
— Composition des betteraves à sucre et des cannes à sucre..... 352
— Dosage dans les vins .. . 370
— — dans les cidres ... 382
— — dans les bières ... 385

Sucre. Dosage dans le lait... 398, 399
— — dans l'urine. 324, 404
Suifs Densité 50
— Essai 305
— Tableau de Chevreul ... 307
— — de Dalican ... 308
Sulfates Réactions 116
— Dosage dans les eaux... 229
— — volumétrique ... 264
— — dans les vins ..367, 370
Sulfate d'aluminium. Solubilité . 224
Sulfate d'ammonium Densité des solutions..... 71
— Solubilité 225
— Essai 347
Sulfate de baryum. Réactions . 413
— Densité 49
— Solubilité dans l'acide sulfurique 225
— Calcul en sulfate de sodium 263
— — de potassium .. 370
Sulfate de calcium. Densité. . 49
— Solubilité 225
— Solubilité dans l'acide sulfurique 225
— Analyse 342
— Réactions 413
Sulfate de cobalt. Solubilité. . 225
Sulfate de cuivre. Densité ... 7
— Solubilité 222
— Densité des solutions. . . 77
Sulfate de fer (Per-). Densité des solutions..... 76
— (**Proto-**) Densité..... 49
— Densité des solutions. . . 76
— Solubilité 225
— **ammoniacal.** Densité des solutions 76
— — Liqueur titrée..... 257
Sulfate de magnésium. Densité 49
— Densité des solutions. . . . 76
— Solubilité 225
Sulfate de manganèse. Densité des solutions..... 71
Sulfate de nickel. Solubilité .. 225
Sulfate de plomb. Solubilité dans l'acide sulfurique 225
Sulfate de potassium. Densité 50
— Densité des solutions ... 68
— Solubilité 225
Sulfate de sodium. Densité .. 50
— Densité des solutions . 68
— Solubilité 225
— Essai 262
Sulfate de strontium. Solubilité dans l'acide sulfurique 225
— — dans les solutions salines 227
Sulfate de zinc. Densité ... 50
— Densité des solutions . . 76
— Solubilité 225
Sulfites. Réactions..... 116
— **de sodium.** Solubilité . 225
Sulfocarbonates. Réactions. . . 121
— **de potassium.** Densité des solutions 72
— — Essai . . . 349
Sulfocyanates. Réactions. . 121
— **d'ammonium.** Densité des solutions..... 75
— **de potassium** (Papier an).. 426
Sulfures. Réactions..... 115
— Dosage 259, 264
— — dans l'eau..... 234
Sulfure d'argent. Densité..... 49
— **d'arsenic.** Réactions..... 415
— **de carbone.** Densité..... 48
— — Dilatation.... 14
— — Tension de vapeur..... 22
— — Point d'ébullition 83
— — (Réactions des vapeurs de). 141
— **de cuivre.** Densité..... 49
— **d'étain.** Densité..... 49
— **de fer.** Densité..... 49
Voyez *Pyrite.*
— **de mercure**..... 49
Voyez *Cinabre.*
— **de plomb.** Densité..... 49
— — Essai de la galène 242
— **de sodium.** Liqueur titrée. 241
— **de zinc** (blende). Densité... 170
Superphosphates. Essai 343

T

Tannin. Densité des solutions..... 68
— Dosage 390
— — dans les vins..... 373
— (Richesse en) des matières tannantes..... 391
— Réactions..... 412
Tartrates. Réactions..... 121
Tartrate d'antimoine et potassium. — Voyez *Emétique.*

Tartrate de potassium. Densité des solutions. 72
— — (**Bi-**) (Tartre). Solubilité 225
— — Dosage dans le vin ... 372
— — dans le vinaigre. .. 379
— — **et sodium** (sel de Seignette). Densité des solutions..... 72
— **de sodium** Densité des solutions 72
Températures critiques..... 20
Tensions de vapeur du mercure 18
— de l'eau..... 19
— des gaz liquéfiés.. 19
— de quelques liquides . . . 22
Terres. Composition..... 337
— Analyse. 339
— Densité de la terre arable . 50
Voyez *Calcaire* et *Marne*.
Thallium Densité 48
— Réactions des sels 117
Thermochimie. Usage des tables. 428
— Chaleur de formation des composés minéraux. . . 433
— — des composés organiques.. . 449
— — des sels 443 à 446
— Chaleurs de dissolution ... 431
— — de fusion 432
— — de transformation isomérique 431
— — de volatilisation 430
Thermomètres (Correction des indications des) 11
— **à air**. Comparaison avec le thermomètre à mercure.. 10
— **Réaumur**. Conversion en degrés centigrades . .. 9
— **Fahrenheit**. Conversion en degrés centigrades. 8
Tissus. Analyse des tissus mixtes. 394
Voy. *Fibres textiles*.
Titane. Densité 48
Tournesol (Papier de). 425
— (Teinture de)..... 426
Tripoli. Densité. 50
Troène. Papier au troène ou à la liguline 426
Tungstène. Densité 48
— (Réactions des composés de) 117

U

Uranium (Réactions des sels d'). 118
Urée. Dosage 405
Urinaires (Examen des sédiments et calculs)..... 405
Urine. Analyse..... 404

V

Vapeur (Tension de) du mercure. 18
— — de l'eau..... 19
— — des gaz..... 21
— — de quelques liquides.. 22
— (Densités de).. 24
Vernis..... 425
Verre. Dilatation linéaire..... 11
— — cubique..... 12
— Multiples du coefficient. 15, 29
— (Capacité des vases de).... 28
— Composition..... . 275
— Coloration 276
— Analyse..... 277
— Densité 49
Vin. Composition..... 364
— — des cendres du vin..... 365
— Analyse sommaire 365
— Analyse complète..... 369
— Falsifications 374
— Étude de la matière colorante 377
Vinaigres..... 379
Violet de méthylaniline. Réactif..... 426
Voluménomètre. Emploi 24

Z

Zinc. Dilatation 11
— Densité 48
— Points de fusion et d'ébullition 83
— (Réactions des sels de)..... 118
— (Essai pyrognostique du).. 128
— Essais 241
— Dosage par électrolyse..... 244

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — *Documents physiques et mathématiques.*

			Pages.
Section	I.	Conversion des mesures	1
—	II.	Thermométrie	8
—	III.	Dilatation	11
—	IV.	Barométrie	14
—	V.	Tensions de vapeur	18
—	VI.	Détermination des densités	23
—	VII.	Aréométrie	36
—	VIII.	Eudiométrie	41
—	IX.	Densités des solides, liquides et gaz	47
—	X.	Densités des solutions	52
—	XI.	Chaleur	80
—	XII.	Lumière	83
—	XIII.	Solubilité des gaz	93

CHAPITRE II. — *Documents relatifs à la chimie pure.*

Section	I	Corps simples	94
—	II.	Analyse par la voie humide	100
—	III.	Analyse par la voie sèche	122
—	IV.	Analyse spectrale	133
—	V.	Analyse des gaz	141
—	VI.	Analyse quantitative	143
—	VII.	Propriétés des corps	151
—	VIII.	Solubilités	220

CHAPITRE III. — *Renseignements relatifs à la chimie appliquée et à l'industrie.*

Section	I.	Eaux	228
—	II.	Métallurgie, métaux et alliages	237

Pages.

Section III. Grosse industrie chimique.... 255
— IV. Manganèses, chlorométrie et blanchiment.... 270
— V. Verrerie, céramique, porcelaine, poteries, faïences.... 275
— VI. Combustibles et éclairage.... 288
— VII. Matières explosibles, poudres.... 294
— VIII. Matières grasses.... 299
— IX. Sucre et fécule.... 317
— X. Agriculture.... 332
— XI. Alcools, vins et vinaigres et bières.... 360
— XII Tannins.... 390
— XIII. Papiers, fibres textiles.... 392
— XIV. Lait.... 394
— XV. Urine.... 405
— XVI. Photographie.... 406
— XVII. Couleurs.... 410
— XVIII. Recettes diverses.... 424

Supplément.

Notices.... 428

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

16521. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

AGENDA DU CHIMISTE

1888

RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

ADRESSES UTILES

ANNONCES DIVERSES

ADRESSES UTILES

CLASSÉES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE DE PROFESSIONS

ACIDE SALICYLIQUE ET SALICYLATES

Compagnie de Produits antiseptiques.

26, *rue Bergère*, Paris.

ALAMBICS

Bréhier (E.), 52, *rue de l'Ourcq*, Paris. (Voir page 15).

Delaunay (A.) (Voir page 19.)

Fel. (Voir page 22.)

Fontaine. (Voir page 23.)

ALBUMINE

Nicloz (Julien), 22, *rue des Francs-Bourgeois*, Paris. Poudre de blanc d'œuf naturelle pour clarifier les vins et liqueurs.

ANILINE

Gilliard, P. Monnet et Cartier, Lyon. Manufacture de produits chimiques. — COULEURS D'ANILINE, RESORCINE et COULEURS DÉRIVÉES. Succursale à PARIS, **32, rue Paradis.**

BALANCES

Alvergniat Frères. (Voir page 13.)

Bastien (F.), 22, *passage Raoul*, Paris. Spécialité de balances pour la pharmacie, droguerie, balances d'analyse et d'essais, balances sous cages, poids de précision, trébuchets à pédale en tous genres.

Marque F.B. de fabrique.

Commission, exportation.

Collot (A.) ✻, 8, *boulevard Edgar-Quinet*, et 226, *boulevard Raspail* (anc. boulevard. d'Enfer) maison de vente : **62** *bis*, **rue Monsieur-le-Prince**, Paris. Fournisseur de balances, poids et mesures, étalons du gouvernement. Balances et poids pour les sciences et l'industrie. ⓪ expos. 1878. Diplôme d'honneur, exposition d'Amsterdam.

Exupère (L.), 71, *rue Turbigo*, Paris. (Voir page 20).

Fontaine. (Voir page 23.)

Paul Rousseau et Cie, *rue Soufflot*, 17. (Voir page 30.)

Société Centrale de Produits Chimiques (*Ancienne Maison Rousseau*). (Voir page 28.)

BAROMÈTRES

Naudet & Cie, Pertuis & fils, succrs, 4, *place Thorigny*, Paris. Dipl. et médailles aux expos.

Marque de fabrique.

Baromètres holostériques de toutes dimensions pour la météorologie, baromètre orométrique et altimétrique du colonel Goulier, hygromètres de précision.

Fontaine. (Voir page 23).

Richard frères, 8, *impasse Fessard*, Paris. Enregistreurs adoptés par l'Etat. (Voir *Enregistreurs*.)

BOUCHONS

Grégoire (A.), 45, *rue de la Harpe*, Paris. Fabrique de bouchons. Fournisseur du Muséum d'histoire naturelle.

Spécialité de bouchons pour pharmacie, chimie, droguerie, Planches en liège pour boîtes à insectes, etc.

CAOUTCHOUC

Menier. (Voir page 26.)

CHAUDRONNERIE

Bréhier (E.), 52, *rue de l'Ourcq*, Paris. Evaporateurs dans e vide et à air libre. (Voir page 15.)

Fel, Fabrique de chaudronnerie en tous genres. (Voir page 22.)

Liénard (A.), 19, *rue Vicq-d'Azir*, Paris. Chaudronnerie fer et cuivre. Appareils à évaporer, à cuire dans le vide et à distiller brevetés s. g. d. g. Spécialité pour produits chimiques, drogueries, distilleries. Pompes pour tous usages. Montage d'usines.

Pelat, méd. ⊕, 72, *rue St-Maur*, Paris. Fournisseur du ministère de l'intérieur. Chaudronnerie cuivre et fer. Installation d'usines et machines à vapeur. Installation complète de brasseries. Spécialité de moules en fer pour bombeurs de verre. Montage en ville et en province.

CHAUFFAGE

Adnet, 35, *rue de l'Arbalète*, Paris. (Voir page 11.)

Fel. Chauffage par l'eau et la vapeur. (Voir page 22.)

Fontaine. (Voir page 23.)

Richard frères, 8, *impasse Fessard*, Paris. Thermomètres avertisseurs, enregistreurs de la température et de l'hygrométrie.
(Voir *Enregistreurs*.)

Wiesnegg. Spécialité de chauffage par le gaz. (Voir page 32.)

CREUSETS

Goyard (A.), 42, *rue Alexandre-Dumas*, Paris. Seul fournisseur admis à l'Ecole Supérieure des Mines. Creusets, moufles, fourneaux, etc. Coupelles en poudre pour essais d'or, d'argent.

DISTILLERIE

(APPAREILS POUR)

Fel. (Voir page 22.)

EAU OXYGÉNÉE

Ancienne maison Énault, Ach. Bédu, successeur, 11, *boulevard Bonne-Nouvelle,* Paris. Usine à Vaugirard. Eau oxygénée pour laboratoires et l'industrie.

Pelgrain (P.), innovateur du Blanchiment industriel par l'Eau oxygénée. Bureaux à Paris :
15, *rue Hauteville.*
Usines à vapeur à Montreuil (Seine).

Porlier (A.), au PERREUX, près Nogent-sur-Marne (Seine). MÉDAILLE D'ARGENT à l'Exposition d'Anvers. **Bioxyde de barium, acide fluorhydrique. Eaux oxygénées** pure et industrielle pour le blanchiment de toutes matières végétales ou animales. **Produits chimiques** pour les sciences et l'industrie.

ÉLECTRICITÉ

Aboilard, 76, *avenue de Villiers,* Paris. Fabrique de lampes à incandescence, Appareillage électrique, Dynamos, Accumulateurs, etc.

Barbier (E.), chimiste. PILES LECLANCHÉ, piles agglomérées, sans vases poreux, brevetées s. g. d. g., médailles à toutes les expositions universelles. — Electricité. — Sonneries électriques. — Horlogerie électrique, téléphone. — Télégraphie. — Commission, exportation. — *Rue Fromentin,* 9, Paris.

Bénard (G.), constructeur-électricien, 12 et 14, *rue Bridaine,* Paris. Appareils électriques pour les services télégraphiques et des chemins de fer. Appareillage et accessoires de lumière électrique. Sonneries pour hôtels et appartements.

Fontaine. (Voir page 23.

Menier. Câbles et fils électriques. (Voir page 26.)

Radiguet, 15, *boulevard des Filles-du-Calvaire,* Paris. (Voir page 31.)

Richard Frères, 8, *impasse Fessard,* Paris. Appareils de mesures enregistreurs. (Voir *Enregistreurs.*)

Société Centrale de Produits Chimiques (*Ancienne Maison Rousseau.*) (Voir page 28.

ENREGISTREURS

Richard Frères, Ingénieurs-Constructeurs, 8, *impasse Fessard,* Paris. Nouveaux Enregistreurs adoptés par tous les gouvernements. Baromètres, thermomètres, hygromètres, anémomètres, pluviomètres, actinomètres, évaporomètres, pyrochromètres, voltmètres, ampère-mètres, manomètres, ventilateurs, avertisseurs, thermomètres pour la diffusion. *Diplôme d'honneur, Anvers* 1885.

Marque de fabrique.

FORGES

Enfer et ses Fils, Forges. (Voir page 21.)

GLACIÈRES

Carré (E.) ✻, 19, *rue de l'Estrapade*, Paris. Nouveaux appareils pour les usages domestiques et industriels produisant la glace à cinq millimes le kilogramme.

GUTTA-PERCHA

Menier. (Voir page 26.)

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE

Alvergniat Frères. (Voir page 13.)

Billault. (Voir page 14.)

Brewer Frères. (Voir page 16.)

Delaunay (A.). (Voir page 19.)

Fontaine. (Voir page 23.)

Leune. (Voir page 25.)

Neveu et Larcher (R.). Bureau *rue du Jura*, 5, à Paris. — Ateliers pour la fabrication de la verrerie soufflée et graduée. *Rue des Feuillantines*, 19.

Paul Rousseau et Cᵉ. (Voir page 30.)

Société Centrale de Produits Chimiques (*Ancienne Maison Rousseau.* (Voir page 28.)

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

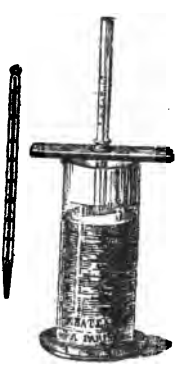
Balbreck aîné ✻, 81, *boulevard Montparnasse*, Paris. ◎ 1878. Constructeur d'instruments de précision, fournisseur de l'Ecole des ponts et chaussées, des Ministères et de la Ville de Paris.

Bastien (F.), 22, *passage Raoul*, Paris. Spécialité de balances de précision. (Voir *Balances.*)

Brewer Frères. (Voir page 16.)

Carré (E.) ✻, 19, *rue de l'Estrapade*, Paris. Ⓐ 1667, ◎ 1878. Pompes pneumatiques faisant couramment le vide à 1ᵐ/ᵐ de mercure, charbons artificiels pour lumière électrique et pour piles.

Château, ⒶⒶⒶ, Fournisseur de l'Etat, 46, *rue du Temple*, Paris. Liquomètre breveté s. g. d. g., le plus simple et le plus précis des instruments donnant instantanément le degré alcoolique des vins et liqueurs; alcoomètres; thermomètres et instruments de précision en tous genres.



Duroni, 24, *faubourg du Temple*, Paris. (Voir *Optique*.)

Exupère (L.). (Voir page 20.)

Fontaine. (Voir page 23.)

Labre, 59-61, *avenue des Gobelins*, Paris. Instruments de physique; matériel scientifique pour l'enseignement primaire et secondaire.
Envoi du catalogue sur demande.

Richard Frères, 8, *impasse Fessard*, Paris. Enregistreurs adoptés par l'Etat. (Voir *Enregistreurs*.)

LABORATOIRES

Bréhier (E.), 52, *rue de l'Ourcq*, Paris. Chaudronnerie. (Voir page 15.)

Cadoret (E.), 13, *rue de la Montagne-Sainte-Geneviève*, Paris. (Voir page 24.)

Dirwell (Ph.), 13, *rue du Val-de-Grâce*, Paris. Laboratoire d'enseignement de chimie pratique. — Leçons particulières. — Leçons simultanées de chimie générale avec manipulations.

Fontaine. (Voir page 23.)

Laboratoire Central d'analyses chimiques. **Heibling**, Dr, 16, *rue Cardinal-Lemoine*, Paris. (Voir page 24.)

A. Marét et Ch. Delattre, 18, *rue Visconti*, Paris. Laboratoire de chimie industrielle et agricole.

Laboratoire des arts et manufactures, **E. Pierron**, ingénieur civil, licencié ès sciences.
Recherches et essais industriels. Etude de toutes questions concernant les arts ou industries chimiques.
10, *avenue de la Grande-Armée*, Paris.

Pottier (L.), ingénieur spécial à l'industrie du gaz. Essais de charbons et analyses de produits ammoniacaux, 18, *rue de Maubeuge*, Paris.

Roussille (Albert), 49, *rue Truffaut*, Paris.
Analyses agricoles et industrielles : terres, engrais, fourrages, laits, sucre, alcool, etc.

Weil (Fréd.), ingénieur des Arts et Manufactures, 13, *rue des Petites-Ecuries*, Paris. Laboratoire central de chimie et de métallurgie, fondé en 1852. — Essais, analyses, expertises, rapports industriels, cours pratiques, etc.

Adnet, 35, *rue de l'Arbalète*, Paris. (Voir page 11.)

LABORATOIRES
(FOURNITURES DE)
ET VERRERIE

Alvergniat Frères. (Voir page 13.)

Billaut. (Voir page 14.)

Brewer Frères. (Voir page 16.)

Collot (A.) ✻. Accessoires de laboratoires. Verrerie divisée et jaugée. (Voir Balances).

Delaunay (A.). (Voir page 19.)

Exupère (L.). (Voir page 20.)

Fontaine. (Voir page 23.)

Hémot (A.), 3, *rue Linné*, Paris. Thermomètres de précision en verre dur émaillé.

Leune. (Voir page 25.)

Levieil. (Voir page 25).

Paul Rousseau et Cᵉ. (Voir page 30.)

Société Centrale de Produits Chimiques. (*Ancienne Maison Rousseau.*) (Voir page 28.)

MACHINES

Richard frères, 8, *impasse Fessard*, Paris. Enregistreurs divers, thermomètres à diffusion. (Voir *Enregistreurs*).

MASTIC

G. François, 33, *rue Riquet*, Paris. — Mastic de minium pour joints à vapeur, eau et gaz. — Céruse minium en poudre.
Usine à vapeur.

MÉTÉOROLOGIE

Tonnelot, 25, *rue du Sommerard*, Paris. Spécialité de baromètres Fortin à large cuvette, thermomètres à maxima, à minima, psychromètres, pluviomètres.

Fontaine. (Voir page 23.)

MICROGRAPHIE

E. Cogit,

17, *quai Saint-Michel*, Paris. **Spécialité de fournitures pour la micrographie.** Lames porte-objets et lamelles minces de toute espèce, cellules de verre, chambres humides, nécessaires à réactifs, boîtes à préparations, instruments, verrerie, réactifs, vernis, etc., etc. Préparations microscopiques variées.

MICROSCOPES

Nachet (A.) O ✻, 17, *rue St-Séverin*, Paris. Fabrique spéciale de microscopes et accessoires. Instruments de haute précision.

MINIUM

Meynier et Cᵉ, 19, *rue Baudin*, Paris. Litharge, mine d'orange, sulfate de cuivre. *Téléphone.*

NITRATE

Comptoir Lyon-Alemand, Société anonyme, capital 12 millions de francs, 13, *rue Montmorency*, Paris. Nitrate d'argent garanti pur, chlorure d'or, chlorure de platine, sulfate de cuivre.

OPTIQUE

Balbreck aîné ✻, 81, *boulevard Montparnasse*, Paris. Objectifs photographiques. (Voir *Instruments de précision.*)

DUBOSQ (Maison Jules)

O. ✻ ✠ A ✪

Ph. Pellin, ingénieur des Arts et Manufactures, 21, *rue de l'Odéon*, Paris. Spectroscopes, Saccharimètres, Colorimètres.

Duroni (A.), 24, *faubourg du Temple*, Paris. Fabrique de baromètres, thermomètres, manomètres, alcoomètres, aréomètres en tous genres. Spécialité de thermo de chimie et médicaux thermométrographes.

Fontaine. (Voir page 23.)

Mercier. Spécialité d'alcoomètres, pèse-liqueurs, sirops, lessives, vins, laits et tous liquides, baromètres, thermomètres sur glace, émail, bois et cuivre.
Rue Saint-Maur, 144, Paris.

PAPIER CYANOTYPE

Claude (F.), 106, *rue Denfert-Rochereau*, Paris. (Voir page 17.)

PAPIER FERRO-PRUSSIATE

Claude (F.), 106, *rue Denfert-Rochereau*), Paris. Voir page 17.)

PAPIER HÉLIOGRAPHIQUE

Pelat jeune, 72, *rue Saint-Maur*, Paris. Auc. Maison LAPEYROUX. Papier héliographique et au ferro-prussiate. Vente en gros et détail. Reproduction en tous genres et en traits noirs sur fond blanc.

PHOTOGRAPHIE
(ARTICLES DE)

Billault. (Voir page 14.)

Claude (F.). 106, *rue Denfert-Rochereau*, Paris. (Voir page 17).

Fontaine. (Voir page 23).

Poulenc Frères. (Voir page 27.)

Paul Rousseau et Cᵉ. (Voir page 30.)

Ruckert, 7, *rue du Figuier*, Paris. Fabrique spéciale d'appareils photographiques.

Schaeffner (A.), 11 *et* 12, *passage du Buisson-Saint-Louis*, Paris. Fournitures générales. Appareils complets. Optique. Papiers. Produits et tous accessoires.

Soiété Centrale de Produits Chimiques (*Ancienne Maison Rousseau.*) (Voir page 28.)

PILES

Barbier (E.), 9, *rue Fromentin*; Paris. Piles Leclanché. (Voir *Electricité*.)

Fontaine. (Voir page 23.)

Radiguet, 15, *boulevard des Filles-du-Calvaire*, Paris. (Voir page 31.

PLATINE

Chapuis (H.), 36, *rue Grenéta*, Paris. Fabrique de nouveaux appareils brevetés S. G. D. G. pour la concentration de l'acide sulfurique. Creusets, capsules, cornues, platine iridié Ⓐ Ⓐ Exp. univ. 1878, Ⓞ Exp. univ. Anvers 1885.

Le Brun, F. Desmoutis et Cᵉ, 56, *rue Montmartre*, Paris. Affineurs de platine. Instruments et appareils en platine pour l'industrie et les sciences. Maison à Londres. 1, Long acre, corner of Garrick street.

POMPES

Dumont, Pompes à force centrifuge. (Voir page 20.)

PRODUITS CHIMIQUES et PHARMACEUTIQUES et DROGUERIE

Adrian et Cie, 11, *rue de la Perle*, Paris. (Voir page 12).

Berrurier père et fils, 14, *rue Cafarelli*, Paris. Produits chimiques et accessoires pour dorure, argenture, nickelage, galvanoplastie et photographie. Choix considérable de grès de Picardie. Installation d'ateliers, etc.

Billault. (Voir page 14.)

Couteux, 6, *rue des Archives*, Paris. Produits spéciaux pour électrolyse : dorure, argenture, nickelage, galvanoplastie, produits chimiquement purs pour le laboratoire.

Darrasse frères et **Ed. Landrin.** (Voir page 18.)

Fontaine. (Voir page 23).

G. Frilay, 147, *rue du Temple* (au fond de la cour), Paris. — Produits chimiques spéciaux pour dorure, bijouterie, galvanoplastie, stéréotypie, photographie et électricité.

Gilliard, P. Monnet et Cartier, 32, *rue Paradis*, Paris. (Voir *Aniline*.)

Levieil. (Voir page 25.)

Poulenc Frères. (Voir p. 27)

Paul Rousseau et Ce. (Voir page 30.)

Société centrale de Produits chimiques (*Ancienne Maison Rousseau*). (Voir page 28.)

Dirwell, professeur de chimie. (Voir *Laboratoires*.)

PRODUITS RÉFRACTAIRES

J. Fortin, ing. E. C. P., 50, *rue Nationale*, **Ivry-Port**, Pièces, cornues, moufles-cornues et coffrets pour usines à gaz et industries chimiques.

Creusets et pièces de fours pour verreries.

Pâtes à porcelaines. Terres à gayettes. Briques réfractaires de toutes formes. Exécution de toutes pièces sur modèles. Pièces en silice, alumine, magnésie.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Moniteur scientifique. (Voir page 31.)

SOUFFLEURS DE VERRE

Charpentier (A.), 35, *rue des Trois-Bornes*, Paris. Souffleur de verre ; aéromètres en tous genres ; spécialité de liquomètres déposés.

Société Centrale de Produits chimiques (*Ancienne Maison Rousseau.*) (Voir page 28.)

Neveu et Larcher, *rue du Jura*, 5, Paris.

TAMIS

A. Gosset, 11, *boulevard des Filles-du-Calvaire*, Paris. Tamis et tambours.

VASELINE

Goerger (Aug.), 43, *boulevard de Strasbourg*, Paris. TARTARINES dites VASELINES ; huiles blanches minérales russes, sans goût ni odeur, ne rancissant pas ; cires minérales. Méd. Ⓐ Exposition universelle Anvers 1885.

VENTILATION

Richard frères, 8, *impasse Fessard*, Paris. Ventilateurs à main, à bras, à moteur, anémomètres. (Voir *Enregistreurs*.)

VERRERIE

Voir LABORATOIRES (*fournitures de*) et SOUFFLEURS DE VERRE.

E. ADNET, Construct^r, rue de l'Arbalète, 35

PARIS — Anc. rue Laromiguière, 6. — PARIS

Fournisseur du Collège de France, des Facultés des sciences et de médecine, des Ecoles de pharmacie, de l'Ecole agronomique, des Lycées et Collèges, de l'Assistance publique, des laboratoires d'établissements industriels, etc.

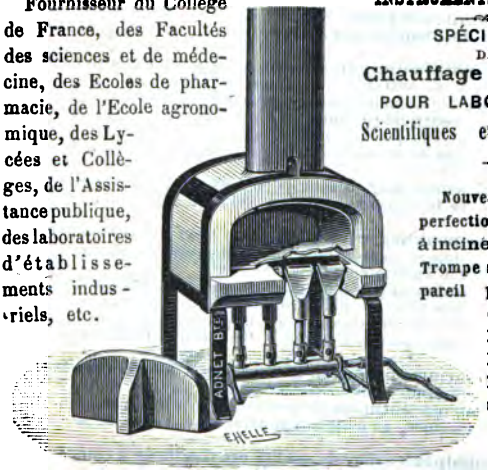
INSTRUMENTS DE CHIMIE

SPÉCIALITÉ DE

Chauffage par le gaz

POUR LABORATOIRES

Scientifiques et Industriels.



Nouveaux appareils perfectionnés : Four à incinérer, Becs à gaz, Trompe soufflante, Appareil pour l'attaque des silicates, Etuve formant bain-marie, Entonnoir à filtrations, etc.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PRODUITS PHARMACEUTIQUES

ADRIAN & Cie

Usine
à COURBEVOIE
(Seine)

Marque Déposée

PARIS
Rue de la Perle
N° 11

MAISON SPÉCIALE
Pour les produits chimiques garantis purs
et les produits pharmaceutiques scrupuleusement préparés
DROGUERIE ET HERBORISTERIE DE CHOIX

PRODUITS SPÉCIAUX DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE
(Demander cachet ADRIAN ou S. F.)

Les alcaloïdes divers.
Les produits chimiques purs.
Le sous-nitrate de bismuth pur, privé d'arsenic et d'argent, toujours blanc et léger.
Le bromure de potassium pur, complètement privé d'iodure et de chlorure de potassium, de sulfate et d'azotate de potasse, etc., etc.
Le fer réduit par l'hydrogène, exempt de soufre (Procédé ADRIAN).
Le chloroforme anesthésique pur, préféré dans les laboratoires pour les essais, comme en ville pour les opérations.
Les éthers rectifiés et lavés redistillés sur de l'huile d'amandes douces et parfaitement rectifiés.
L'iodure de potassium pur, titrant de 96 à 98 °/₀ d'iodure pur.
Le perchlorure de fer liquide, Adrian, solution à 30° toujours neutre et inaltérable.
Les capsules, capsulines et les perles. Leur enveloppe transparente est molle, mince mais assez résistante pour ne pas se déformer ni laisser suinter le médicament.
Les dragées-granules et pilules, médicaments exactement dosés, faits au pilulier et non à l'aide de nonpareilles que l'on grossit à la bassine ou à la turbine. La *Société française* est la première maison qui ait apporté ce perfectionnement aux Dragées, Granules et Pilules fabriqués en grand.
La confiserie pharmaceutique ne laissant rien à désirer sous le rapport de l'apparence, du goût ou de la conservation.
Les extraits pharmaceutiques préparés dans le vide ou au bain-marie à une basse température, au moyen d'appareils nouveaux et de notre invention.
Les poudres impalpables, dont la qualité est si difficile à constater, et qui sont l'objet de tous nos soins et de toute notre surveillance.

COMMISSION **EXPORTATION**

MAISON

ALVERGNIAT Frères

CONSTRUCTEURS

RUE DE LA SORBONNE, 10, A PARIS

2 Médailles d'or à l'Exposition Universelle de 1878

FOURNITURES DE LABORATOIRES

ET CABINETS DE PHYSIQUE

INSTRUMENTS, VERRERIE, PORCELAINE, TERRE & GRÈS

Appareils divers pour le vide et la pression.
Appareils calorimétriques de BERTHELOT.
Machine pneumatique à mercure.
Pompe trompe à mercure d'ALVERGNIAT.
Trompe à eau d'ALVERGNIAT pour le vide.
Trompe soufflante de M. LIONET.
Appareils et tubes spéciaux pour la recherche des Microbes et leur culture.

Atelier spécial pour la construction des Instruments de Physique, Balances de précision, etc.

Envoi franco du Catalogue de microbiologie contre 75 centimes en timbres-poste.

Envoi franco de la 1re partie du Catalogue général illustré de 386 figures traitant de la Microbiologie, des instruments et de la verrerie de laboratoire, contre **1 franc** en timbres-poste.

PRODUITS CHIMIQUES
ET PHARMACEUTIQUES

Ancienne Maison **FONTAINE** ✻, **PELLETIER et ROBIQUET**
Membres de l'Institut.

BILLAULT
RUE DE LA SORBONNE, 22, PARIS

DEUX USINES

Adresse télégraphique : PYRIDINE, PARIS

Produits chimiques purs pour laboratoires, appareils photographiques de toutes marques, sels pour préparer soi-même le papier platiné, pyrotechnie, nickelage, dorure et argenture, électricité, parfumerie, eau oxygénée, essences diverses, produits pour préparer soi-même fards et teintures, eau oxygénée neutre ne brûlant pas la chevelure, eau blonde, etc.

Vente exclusive du chlorure de méthyle, employé tous les jours dans les hôpitaux de Paris, Lyon, Tours, Nantes, Bordeaux, Londres, Edimbourg, Barcelone, Milan, New-York, etc., dans les **Rhumatismes, Névralgies**. L'appareil breveté de M. le professeur Vincent, vide, **66** fr.; plein, **73** fr.; en location pour huit jours, 20 fr.

Electricité, piles de tous les systèmes, fils, téléphones, microscophones, machines électriques, produits chimiques pour électricité, sel ammoniac, sulfate de cuivre, acides, bichromate de potasse, sel chromique.

Produits pharmaceutiques, iodure et bromure de potassium chimiquement purs, iodoforme, alcaloïdes, morphine et codéine, bismuth, acide phénique, glycérine pure pour usage interne, vaseline.

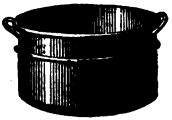
Porcelaine, appareils de physique et de chimie, piles et verres accessoires, verrerie et appareils de laboratoires, balances, etc.

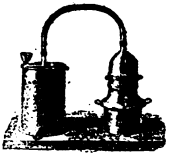
CUVES EN VERRE DE TOUTES DIMENSIONS
POUR L'ÉLECTRICITÉ

CHAUDRONNERIE DE LA VILLETTE

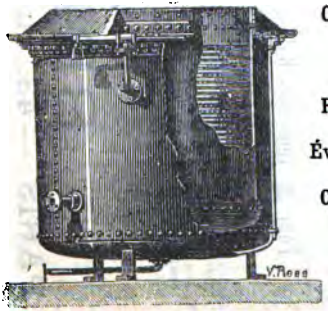
BREVETÉ S. G. D. G. **E. BRÉHIER** BREVETÉ S. G. D. G.

52, rue de l'Ourcq, PARIS

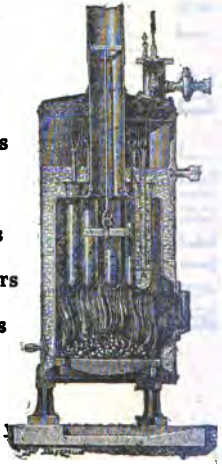




Appareils à vapeur et à feu nu.



Chaudière pour les corps gras



Chaudières

Bacs

Réservoirs

Évaporateurs

Chaudières à vapeur

MATÉRIEL DE LABORATOIRES DE CHIMIE

APPAREILS, VERRERIE, PORCELAINES, GRÈS, TERRE

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

THERMOMÈTRES, BURETTES, ÉPROUVETTES, AÉROMÈTRES, DENSIMÈTRES

APPAREILS du docteur **ESBACH**
pour l'analyse des URINES
Albumine, Urée, Acide urique
APPAREILS du docteur ESBACH
pour l'analyse du LAIT
LACTO-BUTYROMÈTRE

APPAREIL
ÉLECTRO-MÉDICAL
à courant constant
du Dr ONIMUS
BREWER Frères
Brevetés (S. G. D. G.)

APPAREILS de M. TERREIL
pour l'analyse des TANNINS
Boîte pour le Chalumeau
APPAREILS d'ÉLECTROLYSE
pour l'analyse des MÉTAUX, des ALLIAGES,
de CUIVRE, NICKEL, etc.

SEULS AGENTS EN FRANCE,

Pour la vente des Balances de Précision de BECKERS'SONS, de Rotterdam et New-York.

DIPLOME D'HONNEUR. — AMSTERDAM, 1883

Papier à filtrer pour analyses (Berzélius français). — Papier à filtrer, véritable Berzélius de Suède. — Papier spécial pour la filtration rapide des précipités gélatineux.— (Analyses de phosphate, de silice, de chrôme, de fer, d'alumine, etc., donnant 0 gr.,003 de cendres pour 1 gr. de papier).

Entonnoirs à tube capillaire de M. Joulin. — Capsules en Porcelaine de Saxe. — Creusets. — Nacelles. — Ces capsules et creusets peuvent remplacer avec avantage ceux en platine, car il n'y a jamais de variations dans les tares, par suite d'éclats. - Boîtes à réactifs pour le microscope du Dr Ranvier. — Cuvettes à dissection.

VERRERIE DE BOHÊME

BREWER FRÈRES

PARIS. — 43, rue Saint-André-des-Arts, 43. — PARIS

F. CLAUDE

106, RUE DENFERT-ROCHEREAU

PARIS

PRIX MODÉRÉS

PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES INDUSTRIELS

ENVOI ÉCHANTILLONS RENSEIGNEMENTS *Franco* sur demande affranchie

Papier cyanotype
traits bleu-foncé sur fond blanc
Papier ferro-prussiate
traits blancs sur fond bleu

A L'USAGE DES INGÉNIEURS, INDUSTRIELS, ETC.
REPRODUCTION DES CALQUES A FAÇON
Appareils et produits photographiques, etc.

DICTIONNAIRE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE

Comprenant : la chimie organique et inorganique, la chimie appliquée à l'industrie, à l'agriculture et aux arts, la chimie analytique, la chimie physique et la minéralogie, par Ad. Wurtz, membre de l'Institut (Académie des sciences), avec la collaboration d'une réunion de professeurs et de savants. 5 volumes grand in-8, avec un grand nombre de figures. Brochés. . . . . 90 fr.

Supplément au Dictionnaire de chimie pure et appliquée

publié par les mêmes. 2 volumes grand in-8, avec de nombreuses figures. Brochés . . . . . 38 fr. 50

La demi-reliure en veau, plats papier, se paye en sus, 3 fr. 50 par volume.

L'ouvrage complet, broché : 125 fr.; relié : 150 fr.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE HACHETTE & Ce

ET DANS TOUTES LES LIBRAIRIES.

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE

DE PARIS 1878

ANCIENNE MAISON FAURE ET DARRASSE

DARRASSE FRÈRES & LANDRIN

PHARMACIENS DE 1re CLASSE

21, rue Simon-le-Franc, 21, Paris

DROGUERIES GÉNÉRALES

PRODUITS CHIMIQUES POUR LA MÉDECINE ET LES ARTS

SUBSTANCES MÉDICAMENTEUSES

MATIÈRES PREMIÈRES POUR PARFUMS

AROMATES POUR CONFISERIE ET LIQUEURS

COMMISSION POUR LES ACCESSOIRES DE PHARMACIE

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR LABORATOIRES

USINE A VINCENNES

106, AVENUE DE PARIS, 106

PRÉPARATIONS PHARMACEUTIQUES EN GÉNÉRAL

PULVÉRISATION MÉCANIQUE

FABRIQUE SPÉCIALE DE PASTILLES ET TABLETTES A TOUS MÉDICAMENTS

CAPSULES ET DRAGÉES

PILULES ET GRANULES

RAFFINERIE DE CAMPHRE

SPÉCIALITÉ D'HUILE DE FOIE DE MORUE

VINS MÉDICINAUX

A. DELAUNAY

FOURNISSEUR DE LA RÉGIE, DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES, DES OCTROIS, DU COMITÉ CENTRAL DES FABRICANTS DE SUCRE, ETC.

RUE SAINT-JACQUES, 57, PARIS

Neuf Médailles Or, Argent et Bronze

Aréomètres, Alcoomètres, Densimètres et **Thermomètres** de précision.

VERRERIE graduée et non graduée de laboratoire.

TUBES ET APPAREILS DE CHIMIE

ALAMBICS avec instruments poinçonnés et contrôlés par l'État.

Toutes nos Marchandises sont de fabrication française.

Médaille d'Or à l'Exposition Universelle de 1878

M^ON ROSELEUR

DELVAL ET PASCALIS

INGÉNIEURS, ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES CENTRALE ET POLYTECHNIQUE

Rue Chapon, 5, PARIS

Produits chimiques, Ustensiles et Appareils pour les Sciences, les Arts et l'Industrie.

PRODUITS PURS pour laboratoires.

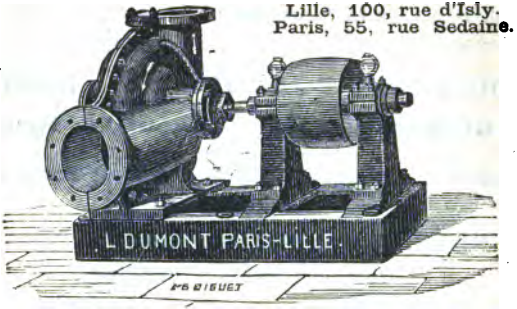
Spécialité pour la **GALVANOPLASTIE**, la **DORURE** l'**ARGENTURE**, le **NICKELAGE**, etc.

PRODUITS et **APPAREILS** pour la production de l'électricité.

USINE, Route d'Aubervilliers, 3 et 5, à SAINT-DENIS

POMPES A FORCE CENTRIFUGE
L. DUMONT

Lille, 100, rue d'Isly.
Paris, 55, rue Sedaine.



POMPES SPÉCIALES POUR LES LIQUIDES ACIDES

Supériorité justifiée par 8,000 *applications.*

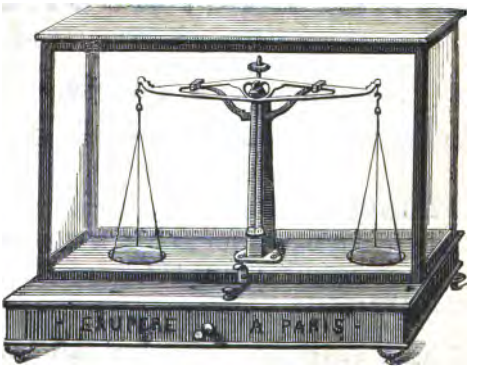
Envoi franco du Catalogue illustré.

MAISON EXUPÈRE-CARDONNEL, FONDÉE EN 1841

L. EXUPÈRE

71, rue Turbigo (bâtiments de l'École Turgot).

MÉDAILLES D'ARGENT



Exposition universelle de 1878

Balances de précision pour laboratoires, d'essais et d'analyses.

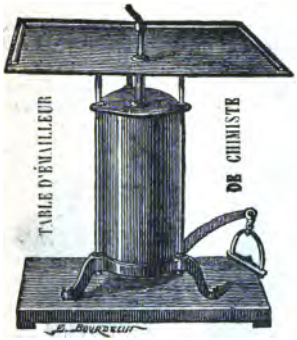
37 Médailles aux Expositions Françaises et Etrangères

EXPOSITION UNIVERSELLE 1878. **MÉDAILLE D'ARGENT**

PARIS 1886. MÉDAILLE D'OR

ENFER ET SES FILS

Mécaniciens brevetés S. G. D. G.



10, rue Rambouillet, 10

PARIS

—

FOURNISSEURS DE L'ARMÉE

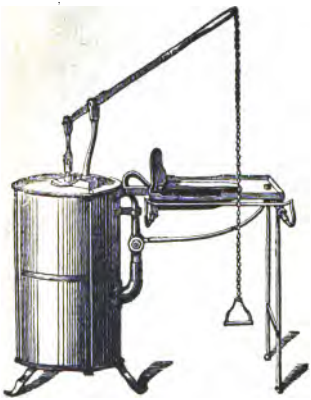
DE LA MARINE

DES CHEMINS DE FER

DU GÉNIE MILITAIRE

DES

ÉCOLES DU GOUVERNEMENT, ETC



FORGE DE CHIMISTE

pression, pour lampe et chalumeau à gaz, de MM. Sainte-Claire-Deville et Schlossing, avec foyer-plaque pour fondre, dessus de table de chimie et chalumeau.

SOUFFLET A PRESSION

Pour souder au gaz ou à l'essence minérale.

FABRIQUE DE CHAUDRONNERIE EN TOUS GENRES

Maison BOYER

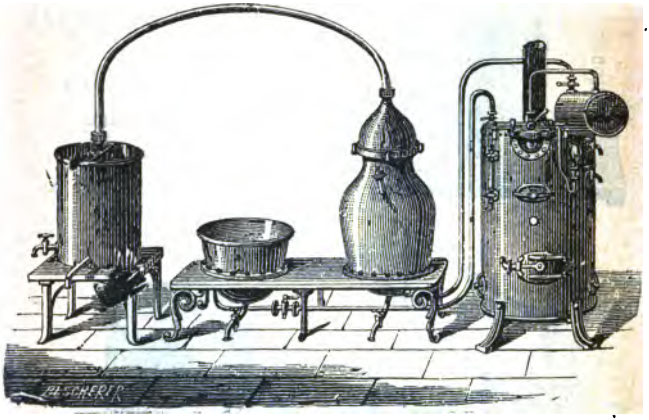
E. FEL, SUCCR

Fournisseur des ministères de la marine et de la guerre

7, passage Saint-Pierre-Amelot, 7

PARIS

Fournisseur de la Pharmacie centrale et des hôpitaux militaires



INSTALLATION D'UN LABORATOIRE MARCHANT PAR LA VAPEUR

Construction d'**appareils de laboratoire** en tous genres, **alambics**, bassines, filtres, poelons, etc.

Fabrique d'**Appareils pour distiller** tous les jus fermentés et pour rectifier les alcools, de toute dimension.

Appareils pour **Pharmaciens, droguistes, produits chimiques**, etc.

Chaudières, barques et serpentins de tous modèles pour toutes les industries.

Appareils pour teinturiers, cylindres d'apprêt, tables à vapeur, etc.

Chauffages par l'eau et par la vapeur. Tuyauterie et robinetterie en tous genres

Installation de salles de bains.—Baignoires.—Appareils d'hydrothérapie et bains de vapeur. — Chauffages de serre à circulation d'eau.

Sur demande, on enverra les croquis et prix des appareils qui seront spécifiés.

7, passage Saint-Pierre-Amelot, 7, Paris.

MAISON SPÉCIALE D'APPAREILS DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE

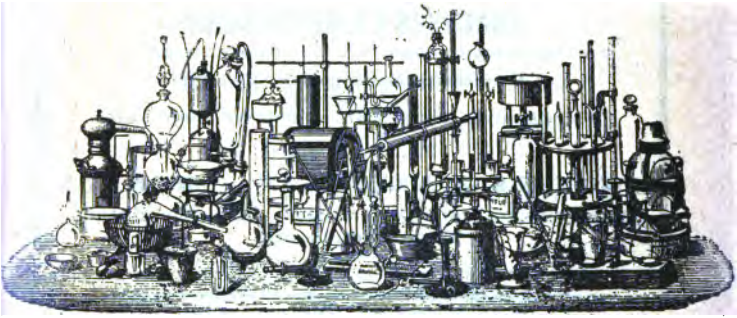
FONDÉE EN 1861 PAR **A. FONTAINE**

Ancien fabricant de produits chimiques, chevalier de la Légion d'honneur.

G. FONTAINE FILS, SUCCESSEUR

16, 18 et 20, rue Monsieur-le-Prince, et 24, rue Racine, Paris

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : FONGEORGES, PARIS.



Depuis 1884, M. G. FONTAINE a joint à sa fabrication d'appareils, la vente des PRODUITS CHIMIQUES PURS pour les sciences et les arts.

(Catalogue franco sur demande).

Installation complète de Laboratoires de chimie. Spécialité de *Verreries de France et de Bohême* au modèle.

Verrerie soufflée et graduée, Grès français et anglais — *Terres* réfractaires, *Porcelaine* de France, de Berlin, de Saxe.

Instruments et balances de précision. *Seul représentant des Balances Rueprecht, de Vienne.*

Appareils de chauffage. Nécessaires pour *Minéralogie, Histologie, Analyse médicale, physiologie.*

Appareils, matériel et réactifs pour la *Bactériologie.*

Instruments de physique, de *Photographie*, d'*Optique*, de *Météorologie* pour stations agronomiques.

Appareils d'électricité et tous leurs accessoires. *Piles. Moteurs à gaz et à vapeur. Éclairage électrique. — Télégraphes, Téléphones et Microphones. — Sonneries électriques. — Electrolyse.*

SEUL DÉPOSITAIRE des Filtres Schleicher et Schull de Duren, lavés aux deux acides.

La maison se charge de la fabrication, construction et fourniture de tous les appareils de physique et de chimie, à la demande.

COMMISSION — EXPORTATION

Voir **Catalogue des Instruments de Chimie** (3e éd., 1884, 700 fig.). **5 fr.**
— **Catalogue des Instruments de Physique** (1er fasc. Électricité). **3 fr.**
— — — — (2e et 3e fasc., sous presse).

TÉLÉPHONE.

LABORATOIRE CENTRAL
D'ANALYSES CHIMIQUES
Rue du Cardinal-Lemoine, 16, PARIS

ANALYSES ET RECHERCHES

INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES

Services spéciaux pour la Médecine

Pour l'Analyse des liqueurs et denrées alimentaires

Pour les Engrais.

BRONZES — ALLIAGES — MÉTAUX

Colorants, minéraux et autres, Silicates, Sables, Caoutchoucs, etc.

CONSULTATIONS ET MANIPULATIONS

LABORATOIRE DE CHIMIE
SCIENTIFIQUE & INDUSTRIELLE
Rue de la Montagne-Sainte-Geneviève, 13, Paris

DIRECTEUR : EUG. CADORET

Laboratoire d'analyses médicales, pharmaceutiques, agricoles et industrielles, essais, dosages, expertises, rapports industriels, consultations chimiques.

Analyses des vins, alcools, terres, engrais, sucres, noirs, etc., et produits agricoles divers aux prix les plus minimes.

LEUNE

Rue des Deux-Ponts, 29 & 31 (Ile St-Louis), **Paris.**

VERRERIES, CRISTAUX, PORCELAINES

TERRES ET GRÈS POUR CHIMIE ET PHARMACIE

USTENSILES DE LABORATOIRE

APPAREILS EN VERRE SOUFFLÉ

INSTRUMENTS DE PHYSIQUE & DE CHIMIE, etc.

INSTALLATION DE LABORATOIRE DE CHIMIE

CONSTRUCTION D'APPAREILS SUR COMMANDE

CHIMIE, PHYSIQUE, PHARMACIE, PHOTOGRAPHIE

Paris. — 19, rue de l'Ancienne-Comédie, 19. — Paris.

Ancienne Maison C. DEROCHE

A. LEVIEIL Successeur

VERRERIES, CRISTAUX, PORCELAINES, GRÉS

PRODUITS CHIMIQUES

Vaisseaux de chimie. — Fourneaux, Creusets. — Boîtes à réactifs. — Appareils et ustensiles de laboratoire. — Instruments de précision. — Instruments de physique. — Balances d'analyse. — Articles pour pharmacie. — Appareils, ustensiles et produits pour la photographie. — Produits chimiques pour les sciences, les arts et l'industrie. — Réactifs et métaux purs. — Produits pharmaceutiques. — Collection de minéralogie. — *Capsules, Cornues, Creusets, Ustensiles divers en platine et en argent.*

MENIER

7, rue du Théâtre, 7

PARIS-GRENELLE

2 Croix de la Légion d'honneur — 3 Diplômes d'honneur
5 Médailles d'or : Expositions univ^les de 1878, 1881, 1883, 1885

CÂBLES ÉLECTRIQUES

POUR

LUMIÈRE
SONNERIES
TÉLÉGRAPHIE — TÉLÉPHONIE
TRANSPORT DE LA FORCE

MENIER

7, rue du Théâtre, 7

PARIS-GRENELLE

2 Croix de la Légion d'honneur — 3 Diplômes d'honneur
5 Médailles d'or : Expositions univ^les de 1878, 1881, 1883, 1885

CAOUTCHOUC & GUTTA-PERCHA

POUR

INDUSTRIE, MACHINES
CHEMINS DE FER
ARROSAGE, INCENDIE
VAPEUR, GAZ, ACIDES

MAISON POULENC-WITTMANN

POULENC FRÈRES

MARQUE DE FABRIQUE

MARQUE DE FABRIQUE

FABRIQUE SPÉCIALE DE PRODUITS PURS POUR LES LABORATOIRES

Agents généraux pour la France et les colonies, des plaques au gélatino-bromure d'argent du Dr V. Monckhoven, de Gand (Belgique).

MAISON PRINCIPALE :

92, rue Vieille-du-Temple, 92, Paris.

PRIX COURANT COMPLET POUR PHOTOGRAPHIE

Installation photographique des plus complètes, avec terrasse et laboratoires d'essai pour MM. les amateurs. — **Platinotypie**, seuls détenteurs du procédé breveté de tirages inaltérables. — **Parfumerie.** Lessives de potasse et de soude; verts pour savons; acides acétiques, essence de mirbane. — **Cristallerie, verrerie** : Oxydes de cobalt, de chrome, de cuivre, d'étain, de fer, de manganèse, de nickel, de plomb et d'urane; régule d'antimoine et sulfure, safres et azurs, spathfluor et feldspath. — **Pour la préparation des mèches de bougies :** Acide borique purifié et sulfate d'ammoniaque pur : phosphate d'ammoniaque : acide oxalique. — **Dorure et argenture :** Cyanure de potassium, phosphate et pyrophosphate de soude, sulfite de soude, acides purs, potasse caustique. — **Artificiers :** Chlorate de potasse, nitrate de baryte, de strontiane, salpêtre neige pur, etc. — **Nickel :** Anodes, sulfates de nickel simple et ammoniacal.

COMMISSION — EXPORTATION

MÉDAILLES D'OR AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES

PARIS 1878 | MELBOURNE 1880

USINE
A IVRY-PORT (SEINE).

SUCCURSALE
11, RUE DE CLUNY, PARIS.

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : **Poulenc-Wittmann — Paris.**

Exposition universelle de Paris 1878, Trois Médailles, Médaille d'Or
Médailles de 1re et 2e classe aux Expositions de Londres, Paris, Berlin, 1851, 55, 65, 67.
Médaille de Mérite, Exposition de Vienne 1873.
Médaille de bronze, Sydney 1879, Londres 1885, Nouvelle-Orléans 1885.
Paris 1886, Grand Diplôme d'Honneur
pour agencement de Laboratoires,
Médailles d'Or et d'Argent pour les Produits chimiques.

FABRIQUE DE PRODUITS CHIMIQUES

POUR L'INDUSTRIE ET LES ARTS INDUSTRIELS

SOCIÉTÉ CENTRALE
DE
PRODUITS CHIMIQUES

ANONYME AU CAPITAL DE 400,000 FR.

ANCIENNE MAISON ROUSSEAU
42 et 44, RUE DES ÉCOLES, 42 et 44
USINE, Quai de Javel, 49, PARIS-GRENELLE.

ADMINISTRATEUR DÉLÉGUÉ : M. E. VLASTO,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Dans un Recueil comme celui-ci nous ne pourrions placer, sans en dépasser les limites, que des extraits trop incomplets et trop restreints de tous nos Catalogues. Nous désirons seulement indiquer sommairement toutes les ressources que notre maison peut offrir à ceux qui s'occupent de Sciences, particulièrement de la Physique et de la Chimie, avec toutes garanties, pour tout ce dont ils peuvent avoir besoin.

Notre industrie se compose de la fabrication :

1° Des **Produits chimiques** appliquées aux sciences, soit comme recherches ou travaux de Laboratoires, soit à destination de certaines industries : *spécialement les industries céramiques;*

2° Des **Instruments de précision** dont, pour quelques-uns, nous possédons des modèles particuliers, tels que **Trébuchets** d'analyses, **grandes Balances, Machines électriques**, etc., etc.;

3° Des **Appareils pour la météorologie**, entre autres le **Pluviomètre**, modèle créé par nous et adopté par l'Association scientifique de France;

4° Des **Nécessaires de minéralogie** portatifs, pour l'étude et les excursions, ainsi que pour les explorations de volcans; les nécessaires pour analyses médicales et histologie, modèles qui sont notre propriété;

5°. De tous les **Appareils et Ustensiles de verre, porcelaine, grès et terre**, ordinaire ou sur modèle;

6° Des **Collections** pour l'enseignement par les choses; pour l'enseignement de la chimie élémentaire (Méthode Réné Leblanc); pour l'enseignement dans les Facultés et les Lycées, dont les spécimens ont été exposés dans la classe du Ministère de l'Instruction publique, à l'Exposition dernière;

7° De tous les **Produits et Appareils pour la Photographie**;

8° Spécialement des **Produits chimiques organiques**, dont la valeur a été remarquée à la dernière exposition de la Société de Chimie de Paris.

Enfin nous tenons à la disposition de nos clients des devis détaillés pour l'installation de tous Laboratoires destinés soit à l'enseignement, soit à l'industrie (Métallurgie, analyses des minerais, des combustibles, des terres, des engrais, industrie du sucre, teinturerie, céramique, etc.).

PRODUITS CHIMIQUES

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELS

Instruments de physique

BALANCES DE PRÉCISION

Ustensiles de chimie, Matériel de Laboratoire

PAUL ROUSSEAU ET CIE

PAUL ROUSSEAU : Arbitre-expert près le Tribunal de Commerce de la Seine, Officier d'Académie, chevalier de l'ordre de la Rose du Brésil, membre du jury, hors concours, Exposition internationale du Havre, 1887. Exposition internationale de Toulouse, 1887, diplôme d'honneur ; Exposition des Bières françaises, Paris, 1887, médaille d'argent (Sections des Instruments de physique et de précision).

RUE SOUFFLOT, 17, PARIS

VENDEURS EXCLUSIFS DES PRODUITS CHIMIQUES

Fabriqués par l'Usine : *La Française*

ALAMBIC D'ESSAI DE P. ROUSSEAU ET A. LELIÈVRE

BREVETÉ S. G. D. G.

Muni d'alcoomètres et de thermomètres contrôlés par l'Etat

COLLECTIONS POUR L'ENSEIGNEMENT

RÉACTIFS PURS POUR ANALYSES

MATÉRIEL SCIENTIFIQUE

Verrerie, porcelaine, terre, grès pour la physique et la chimie.

VERRERIE GRADUÉE, THERMOMÈTRES, ARÉOMÈTRES · DENSIMÈTRES, ÉPROUVETTES, BURETTES, PIPETTES, ETC., ETC.

Produits et appareils photographiques

PLAQUES RAPIDES AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT de toutes marques.

PILE RADIGUET

MODÈLE SPÉCIAL POUR

LUMIÈRE, GALVANOPLASTIE

Notre Pile est constante,

ne donne aucune odeur,

USE LES DÉCHETS DE ZINC,

S'ENTRETIENT SANS MANIPULATION

et fonctionne plusieurs mois sans être démontée.

RADIGUET, à Paris

Boulev^d des Filles-du-Calvaire, 15

Envoi franco du prix courant spécial.

MONITEUR SCIENTIFIQUE

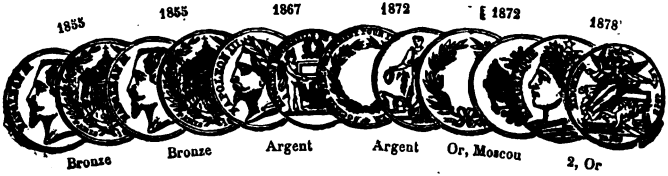
DU DOCTEUR QUESNEVILLE

Sciences pures et appliquées. — Compte rendu des Académies et Sociétés savantes et des brevets français et étrangers. — Revue des progrès accomplis dans les sciences physiques, chimiques et naturelles.—Travaux publiés à l'étranger et industries des arts chimiques (31e année). Commence une quatrième série au 1er janvier 1887.—Journal mensuel, contenant huit feuilles d'impression grand in-8 chaque mois. — Prix : **20** fr. par an pour la France, et **25** fr. pour l'étranger.

On s'abonne chez le Dr QUESNEVILLE, 12, rue de Buci, PARIS.

V. WIESNEGG

64, rue Gay-Lussac, à Paris.

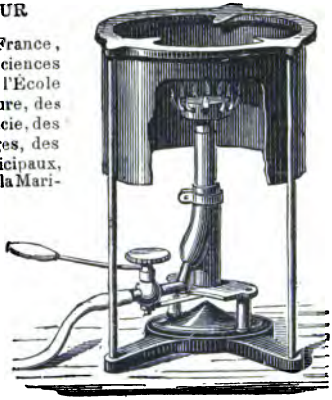


SPÉCIALITÉ DE CHAUFFAGE

PAR LE GAZ, POUR LABORATOIRES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELS

FOURNISSEUR

du Collège de France, des Facultés des Sciences et de Médecine, de l'École Normale Supérieure, des Écoles de Pharmacie, des Lycées et Collèges, des Laboratoires Municipaux, des Ministères de la Marine, de la Guerre, des Travaux Publics, des Postes et Télégraphes, etc., des Universités Étrangères, des Laboratoires d'établissements industriels, etc.



APPAREILS

de MM.

Ste-Claire Deville, Debray, Perrot, Schlœsing, Cloës, Pasteur, Frémy, Wurtz, Berthelot, Jungfleisch, Raulin, Ranvier, Moitessier, Damoiseau, d'Arsonval, etc.

Nota. — Tous les appareils, sortant de mes ateliers, portant mon nom, MM. les Professeurs sont priés d'exiger cette marque comme garantie de bon fonctionnement.

COMMISSION — EXPORTATION

Imp. D. Dumoulin et Cie rue des Grands-Augustins, 5 Paris.